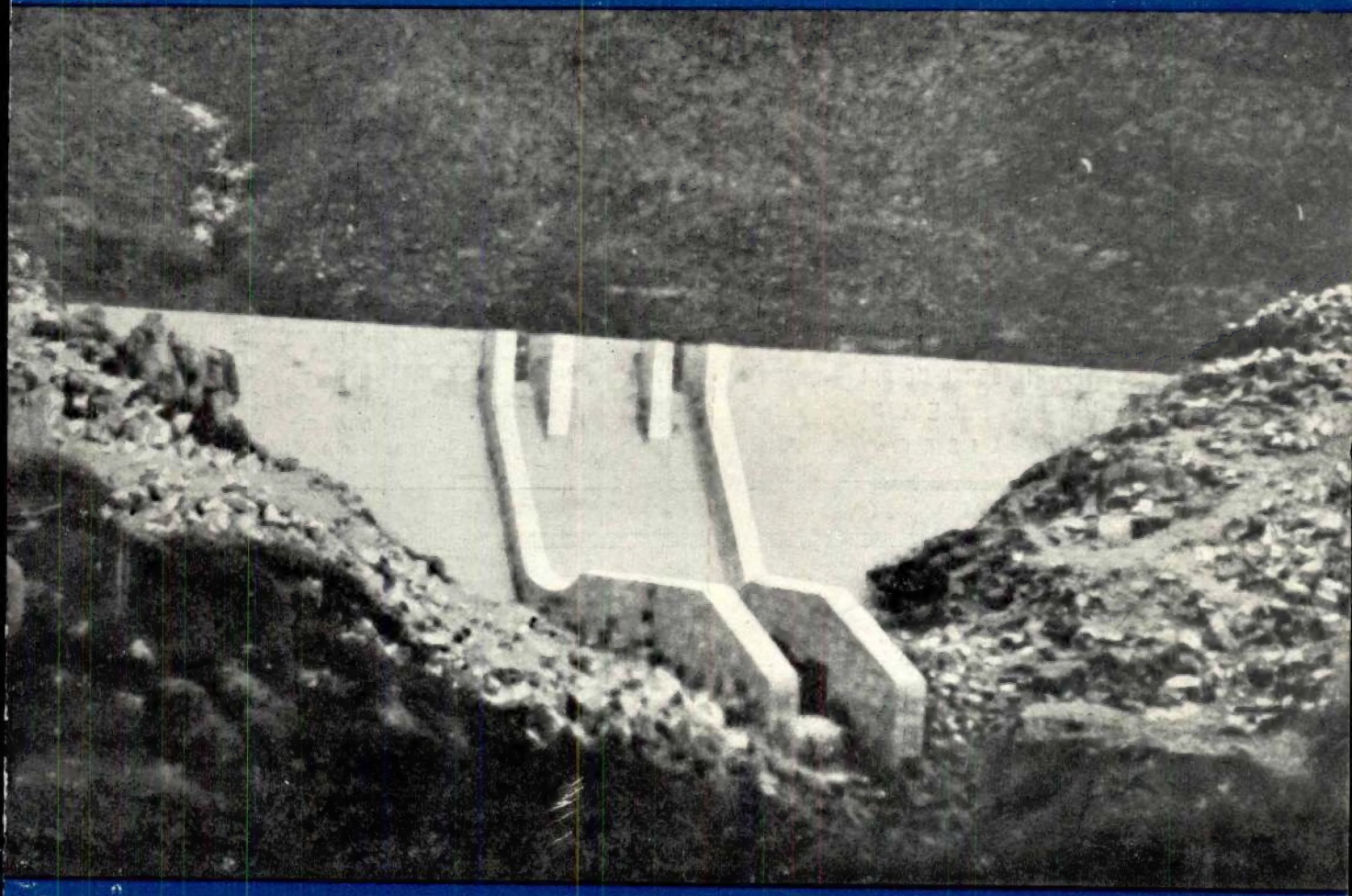
TÉCNICA



REVISTA DE ENGENHARIA
DOS ALUNOS DO I.S.T.

N.º 166 - Junho - 1946

CIMENTO

SECIL

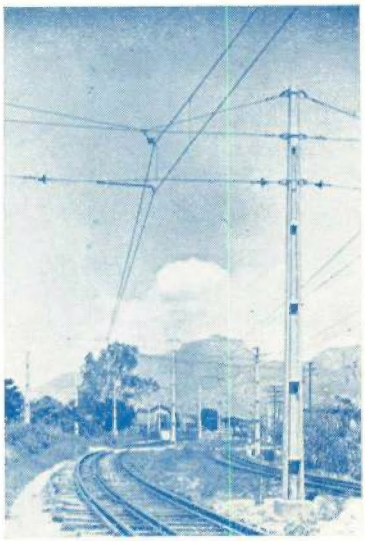
Fabricado pelos mais modernos processos e preferido para todos os trabalhos de responsabilidade.
Sacos de papel ou de juta com 50 Kg.
Barricas de 180 Kg.

SECIL

COMPANHIA GERAL DE CAL E CIMENTO
RUA DO COMÉRCIO, 56, 3.º
LISBOA

INDICAÇÕES TÉCNICAS
PROJECTOS DE
REDES ELÉCTRICAS — TELEFÓNICAS

— POSTES —



CAVAN

Electrificação Caminho de Ferro—Brasil

LISBOA — Rua D. Estefânia, 42
Telef. 4 7812
PORTO — Praça da Batalha, 90-2.º
Telef. 7117

CIMENTO TEJO

FÁBRICA EM ALHANDRA

A instalação mais moderna do País. Dois fornos rotativos em laboração. — O "CIMENTO TEJO" marca pelas suas altas resistências e regularidade, garantidas pela fiscalização contínua de tôdas as fases do fabrico, exercida por técnicos portugueses especializados.

Pedidos à Companhia "CIMENTO TEJO"

SEDE EM LISBOA
RUA DA VITÓRIA, 88, 2.º

FILIAL NO NORTE
AV. DOS ALIADOS, 20, 3.º
PORTO

NÚMERO
166
Junho—1946

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA
DOS
ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
Redacção e Administração: AV. ROVISCO PAIS, IST / LISBOA-N./ TEL. 49144 (linha 50)

DIRECTOR
ANTÓNIO BUSTORFF
ADMINISTRADOR
FERNANDO MANZANARES ABECASIS
BIBLIOTECÁRIO
FERNANDO JÁCOME DE CASTRO
CORPO REDACTORIAL
João Barata Galvão
Henrique Marques Pereira
Eduardo Cansado de Carvalho
José Pais Gromicho
Alfredo Nobre da Costa
Manuel da Silva Ferreira

NÚMERO AVULSO 7$50
ASSINATURAS:

	3 N.os	6 N.os	12 N.os
Continente e Ilhas	21$00	40$00	75$00
Colónias Portuguesas e Estrangeiro	—	45$00	80$00

EDITOR E PROPRIETARIO
ASS. DOS ESTUD. DO I. S. T.

COMPOSTO E IMPRESSO
NA
Tip. JORGE FERNANDES, L.da
RUA CRUZ DOS POIAIS, 103
LISBOA

SUMÁRIO

CAPA — D. G. S. H. — Barragem do Sameiro na Ribeira de Alpreada.

		Págs.
Missão social do engenheiro . .	Eng.º Sousa Lobo	995
Transporte mecânico de sólidos nas instalações industriais	Eng.º Luís A. de Almeida Alves	1001
Guia de ensaios normativos de análise química das águas potáveis	Roman Casares Lopez, Ramiro Guedes de Campos, Carlos Candido Coutinho, e Léon Villanúa Fungairiño	1021
Circuitos conjugados idênticos sujeitos a tensão de frequência variável	Armando Pereira dos Reis Miranda	1039
Estacas para fundações	Eng.º Fernando Vasco Costa	1058
Notas bibliográficas	. . . . .	1075
Publicações recebidas	. . . . .	1075

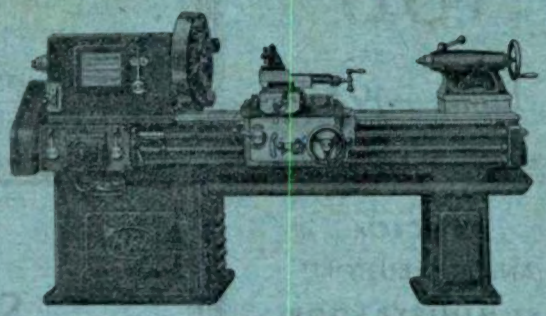
OS ARTIGOS PUBLICADOS NESTA REVISTA SÃO DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDADE DOS AUTORES

LIVROS TÉCNICOS

GRANDE SORTIDO
PREÇOS NORMAIS

PIMENTEL & CASQUILHO, L.DA
Rua Eugénio dos Santos, 75
Telef. 24314-24315 LISBOA

TORNOS DE QUALIDADE



Fabricados segundo tolerâncias «Schlesinger», NA ORDEM DO 1/100 mm e empregando aços especiais, também de Cr-Ni, os nossos tornos são PELO MENOS TÃO BONS COMO OS MELHORES ESTRANGEIROS

Máquinas de Precisão, Ltd.ª

(Director: Eng. J. d'Arriaga de Tavares)

45, Rua da Boa Vista, 49-1.º

TELEF. 6 1581 LISBOA

Cimento «Liz» hidrofugado «N»

PRÓPRIO PARA

IMPERMEABILIZAÇÃO DE OBRAS

REBOCOS, FUNDAÇÕES, PAREDES, ETC.

Substitue com vantagem de ordem técnica e económica todos os impermeabilizadores conhecidos.

Em sacos de papel de 50 quilos

Peçam instruções para o seu emprêgo

Sede: Rua do Cais de Santarém, 64, 1.º — LISBOA
Filial: Rua de Santo António, 190-A, 1.º — PORTO

Agentes em todo o País

WILD

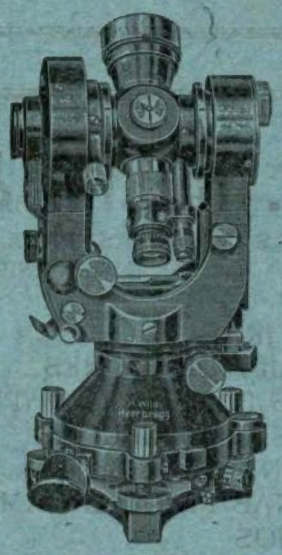
APARELHOS DE ALTO RENDIMENTO PARA
TOPOGRAFIA GEODESIA FOTOGRAMETRIA

EFICIÊNCIA **ROBUSTEZ**

COMPROVADAS POR 1275 INSTRUMENTOS

vendidos em Portugal e Colónias até Março de 1946 (além dos pequenos aparelhos e acessórios), muitos dos quais ainda em serviço após anos de trabalho intensivo

Nível pequeno	N I	149
» médio	N II	196
» de precisão	N III	9
Teodolito-bússola	T 0	95
» repetidor	T 1	305
» universal	T 2	148
» de precisão	T 3	27
Alidade com prancheta		86
Estádia de invar		70
Telémetros		8
Foto-teodolitos		2
Câmaras fotográficas		2
Restituidores		5
Goniómetros e outros instrumentos topográficos militares		173



TEODOLITO UNIVERSAL WILD T 2

NOS NOSSOS ESCRITÓRIOS ESTÃO À DISPOSIÇÃO DOS INTERESSADOS AS LISTAS DOS COMPRADORES

Representantes e Depositários

PIMENTEL & CASQUILHO, L.DA

R. EUGÉNIO DOS SANTOS, 75 TELEF. 2 4314/15 LISBOA

WILD HEERBRUGG

MÁRMORES

aos melhores preços
Em todas as aplicações

IIII

A MAIOR PRODUÇÃO DO PAÍS

IIII

Pedidos à

Sociedade dos Mármores de Portugal, L.da

Rua de S. Domingos de Benfica, 63

LISBOA

MÁQUINAS PARA:

Oficinas Metalúrgicas
Serrações e Carpintarias
Minas, Pedreiras, Construção Civil
Estaleiros Navais, Garagens

Motores, Moto-bombas, Burrinhos, etc.

REFRIGERAÇÃO MODERNA
PELOS COMPRESSORES «BRUNNER»

Máquinas e Ferramentas Sacavém, Ltd.a

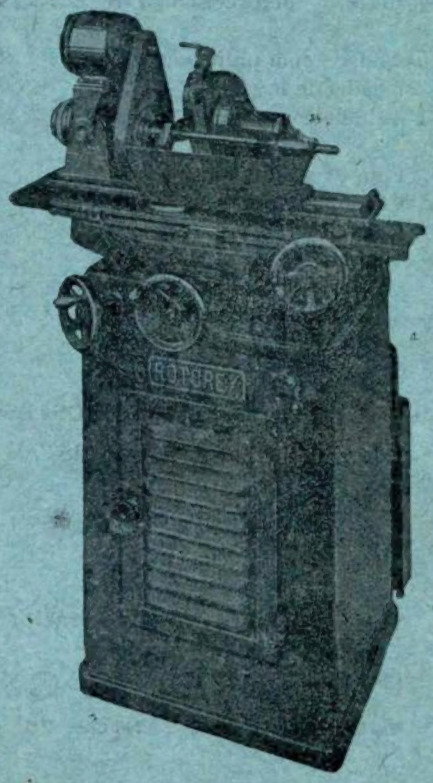
Avenida Almirante Reis, 80-B a 80-E — Lisboa
Rua Domingos José de Morais, 35 a 37 — Sacavém

A. C. ROLIM & C.A, L.DA

TODAS AS MÁQUINAS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL E MECÂNICA

BETONEIRAS
MOTO MISTURADORES
BOMBAS PARA BETÃO (PUMPCRETE)
BOMBAS CENTRÍFUGAS
PAVIMENTADORES
MÁQUINAS PARA ARGAMASSAR
GUINCHOS
CILINDROS PARA ESTRADA
MATERIAL COMPRESSOR E DE ESCAVAÇÃO
UNIDADES FRIGORÍFICAS ATÉ 5 CV

FREZAS
MÁQUINAS DE RECTIFICAR
ESCATELADORES, ETC. ...



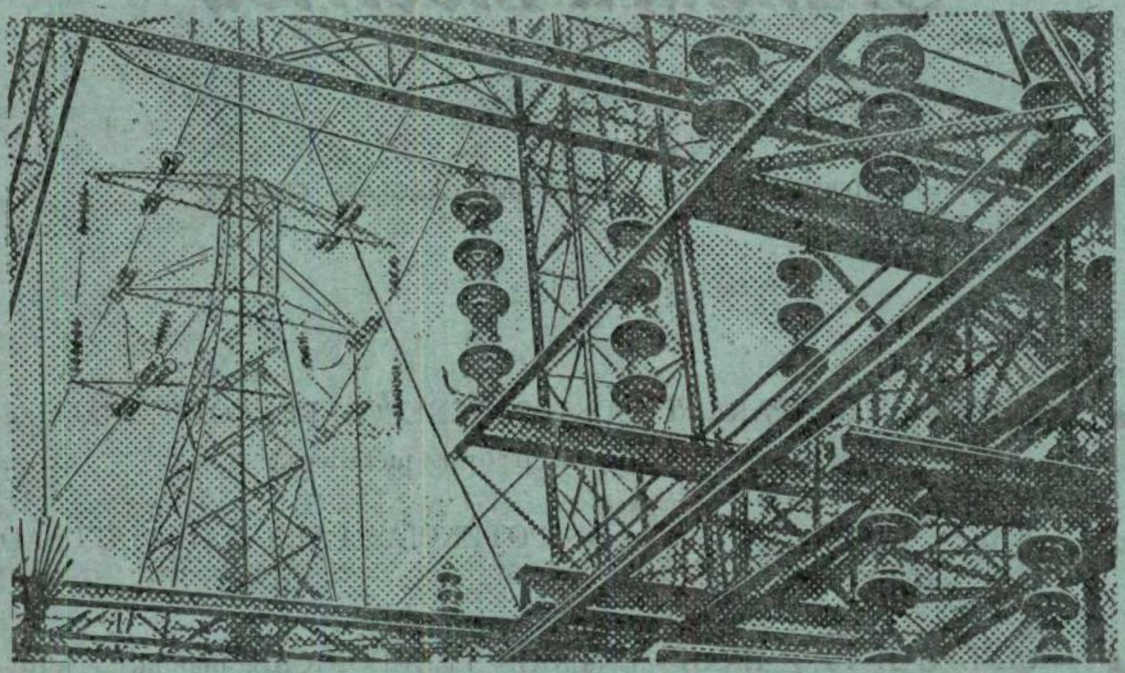
ESCRITÓRIOS:
RUA DOS CORREEIROS, 40, 2.º-D.
LISBOA

G.E.C.

THE GENERAL ELECTRIC CO. LTD., OF ENGLAND

NA GUERRA COMO NA PAZ

NA VANGUARDA DO PROGRESSO DA ELECTRICIDADE



Importantes contratos para o completo equipamento de sub-estações exteriores, redes aéreas de distribuição eléctrica, incluindo nestas todo o equipamento da rede britânica e outras instalações similares em diversas partes do mundo, têm sido efectuadas pela G. E. C. — Pioneiros das investigações eléctricas e sua execução técnica na Grã-Bretanha.

A velocidade com que a electrificação se tem desenvolvido, mostra bem o que foi a produção guerreira das Nações Unidas.

Indubitàvelmente, este desenvolvimento deve-se aos recursos técnicos e de produção da G. E. C., mas deve-se sobretudo ao facto da Companhia, desviando-se do seu caminho normal, se ter lançado devidamente no esforço de guerra.

No entanto, agora que esta acabou os grandes avanços técnicos efectuados pela G. E. C., em todas as aplicações de electricidade, durante estes anos de guerra, ficaram à disposição de todos que desejarem a reconstrução e renovação das suas instalações em qualquer parte do mundo.

ESQUEMAS DE ELECTRIFICAÇÃO

Os esquemas da electrificação da G. E. C., foram aplicados em tôdas as indústrias, incluindo: fábricas de Aviões, Automóveis, Locomotivas, Vagões e Carruagens de Caminhos de Ferro, e também nas indústrias: Mineira, Química, Têxtil, Ferro, Aço, Cobre e Refinarias de óleo, etc., etc.

THE GENERAL ELECTRIC CO., LTD., MAGNET HOUSE, KINGSWAY, LONDON

REPRESENTANTES:

THE ENGINEERING COMPANY OF PORTUGAL LTD

RUA DOS REMOLARES, 12 - 1.º — LISBOA

Standard Electrica

ASSOCIADA

DA

INTERNATIONAL TELEPHONE AND TELEGRAPH CORP

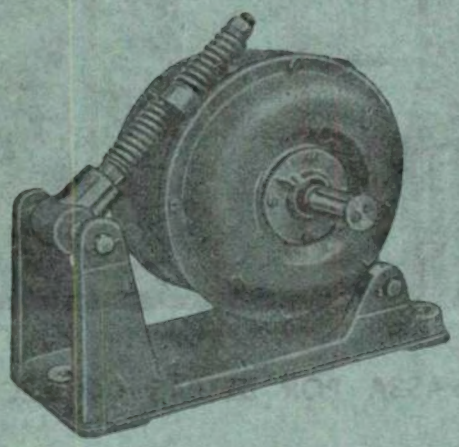
- EQUIPAMENTOS PARA TODOS OS GÉNEROS DE COMUNICAÇÕES ELÉCTRICAS por rádio e por circuitos metálicos.
- EQUIPAMENTOS DE TODAS AS POTÊNCIAS PARA RADIODIFUSAO E TELEVISAO.
- GRANDES E PEQUENAS CENTRAIS TELEFONICAS, manuais e automáticas.
- TODO O GÉNERO DE APARELHAGEM MANUAL E AUTOMÁTICA para instalações telefónicas e telegráficas.
- FORNOS ELÉCTRICOS desde pequenas potências, com aquecimento por correntes de radiofreqüência.
- SISTEMAS PATENTEADOS, DE ANTENAS de alta eficiência.
- CABOS DE TODOS OS TIPOS para comunicações em tôdas as freqüências e para transporte de energia.

Telefone 2 3111/2/3 Rua Augusta, 27 LISBOA

A aplicação do motor eléctrico de indução

A S E A ,

a conhecida fábrica sueca, na Indústria Téxtil



representa a maior garantia e eficiência.

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS

JAYME DA COSTA, L.DA

LISBOA PORTO

NA ANTECÂMARA DO INFERNO

2083

O QUE SE PASSA POR DETRÁS DO SEGMENTO SUPERIOR

Peguemos na lupa e observemos os gases que, da câmara de combustão, abrem caminho para a face interna do segmento superior. As setas negras mostram como o segmento é empurrado contra a parede do cilindro — cêrca de 40 quilos por cm.² que a película de óleo interposta tem de suportar, emquanto a temperatura excede 300° C.

Do óleo se exige, nestas condições, que evite o contacto das superfícies metálicas e ainda que vede a passagem dos gases de combustão, para não haver potência desperdiçada.

Os lubrificantes Gargoyle que têm acompanhado sempre a evolução do motor Diesel desde que êle foi criado, resolvem todos os problemas da sua lubrificação. Hoje as soluções são:

A série Gargoyle D. T. E. para os motores Diesel lentos.

A série Gargoyle DELVAC 900 para os motores Diesel rápidos.

GARGOYLE
Lubrificantes
SOCONY-VACUUM

GARGOYLE

SOCONY-VACUUM OIL COMPANY, INC.

TÉCNICA

ANTÓNIO BUSTORFF
DIRECTOR

ANO XXI - N.º 166 JUNHO 1946

MISSÃO SOCIAL DO ENGENHEIRO

PELO ENG. CIVIL (E. E.) SOUSA LOBO

«Il faut que l'ingénieur soit humain. Il ne suffit pas qu'il connaisse les machines dont il use, il faut qu'il aime les hommes.»

RAOUL DAUTRY

C. D. 378

Muito se tem dito e muito há que dizer sobre a preparação profissional dos engenheiros.

Pela minha parte, fugindo à dificuldade de tratar o assunto na sua generalidade, limitar-me-ei a dar alguns apontamentos sobre vários pontos que me parecem dignos de ser apresentados *«aos estudantes de hoje, chefes de amanhã»*.

E especialmente porque estes apontamentos se destinam aos alunos do Instituto Superior Técnico, jovens ainda no princípio da sua carreira, não me pareceu inconveniente que o assunto fosse abordado como se de uma simples palestra se tratasse, pois era esta a única forma em que eu o poderia tratar.

A *«Técnica»* é uma revista de estudantes. E se nem tudo o que nela se publica é só para estudantes, porque a revista tem grande difusão em toda a classe e é, sem dúvida alguma, uma boa revista de engenharia, não deixa de ser razoável que em todos os números apareça um artigo dedicado, aos que vão entrar na vida prática.

A ideia parece-me muito louvável e, em consequência, não pude recusar a minha colaboração, apesar desta ser de pouco valor.

Ficarei já muito satisfeito se estas notas conseguirem, ao menos, que os alunos do I. S. T. meditem um pouco naqueles pequenos problemas da vida dos operários, de cuja resolução depende, em parte, a tranquilidade social.

É nossa obrigação trabalhar, sem desfalecimentos, para dar um pouco mais de felicidade aos que trabalham. E muitas vezes para obter um pequeno aumento de felicidade basta atender uma modesta aspiração.

E há muito quem não se preocupe com essas aspirações pequeninas!

Uns julgam que não vale a pena e outros que o estudá-las e resolvê-las é descer demais...

*

* *

Os engenheiros, verdadeiros *«missionários da Paz Social»* como muito bem disse o sempre ilustre Professor Vicente Ferreira, têm uma tão alta missão na correcção das injus-

tiças sociais, «*da miséria imerecida*» que, sob certos aspectos, ultrapassam, de longe, qualquer outra profissão.

E se a sua preparação técnica deve ser cuidada, não o deve ser menos a sua formação moral e social.

A um engenheiro que trabalha num Gabinete de Estudos, numa Repartição ou num Laboratório de Ensaios ou de Investigação, que tem uma função quase exclusivamente técnica exigem-se-lhe conhecimentos profundos da sua especialidade; a sua preparação científica deve permitir-lhe atacar os problemas de frente e resolvê-los.

A um engenheiro que trabalha numa fábrica exigem-se além dos conhecimentos técnicos e científicos, qualidades de chefe e grande preparação moral e social.

Este engenheiro tem, por um lado, as máquinas com os problemas técnicos correspondentes e, por outro, os homens com as suas queixas e as suas necessidades.

E se é muito importante para a marcha de uma fábrica que as máquinas estejam bem conservadas e em boas condições de funcionamento, não o é menos, pelo que respeita ao pessoal que este se sinta acompanhado e compreendido.

Diz Dautry: «É indispensável que o engenheiro conheça os seus homens, os encoraje, os ajude; que ele tenha sensibilidade, generosidade, carácter; numa palavra que ele saiba conceber, querer e criar uma ordem feliz».

Nós temos em Portugal uma tradicional educação cristã que nos faz ver no operário não a peça de uma máquina, mas um homem com o seu corpo e a sua alma.

Eu tive ocasião de conhecer um engenheiro que, em face dos problemas que a cada momento se levantavam para atender as reclamações do pessoal e à guerra de nervos que se estabeleceu na sua fábrica em virtude de acontecimentos grevistas, teve este desabafo: «Onde eu fui caír! Quanto melhor não é ter um trabalho descansado num gabinete de estudos duma empresa, ou numa Repartição do Estado, do que estar metido em tamanha barafunda!».

Na verdade, um engenheiro que não esteja preparado para enfrentar os problemas sociais do nosso tempo, sente-se incapaz de trabalhar no meio da classe operária.

E é absolutamente indispensável que os novos sintam esses problemas sociais, os discutam e os *vivam*.

Conhecido o objectivo a atingir torna-se muito mais fácil a execução da nossa tarefa.

Guillet dizia que era preciso aplicar coeficientes às qualidades fundamentais dos engenheiros e atribuía 25 % ao valor profissional, 25 % à cultura geral e 50 % ao valor moral.

Dautry modifica estes coeficientes dizendo que o valor moral deve ser sempre 100 % e que o valor «engenheiro» dos engenheiros desta classe deve compor-se de 50 % de cultura geral, 25 % de conhecimentos técnicos profissionais e 25 % de imaginação, pois ele atribue muita importância a esta última faculdade.

Se eu pudesse pronunciar-me diria que para os tais engenheiros com 100 % de valor moral e com 100 % de valor técnico em que entrariam os conhecimentos profissionais, a cultura geral e a imaginação, em partes iguais, eu acrescentaria mais outros 100 % constituídos por bom senso, tacto (o «savoir faire» dos franceses) e inteligência, a dividir em proporções variáveis conforme os problemas.

A resolução da maior parte dos problemas que envolvem o pessoal, quer superior, quer operário, exige em especial, muito senso, muito tacto e alguma inteligência.

Um engenheiro de muito valor moral e técnico que não saiba lidar com o pessoal, tem a sua missão muito comprometida.

Quer na apresentação dos problemas à Administração das Empresas, quer na maneira de expor uma directiva em ordem de serviço, o êxito depende muitas vezes da maneira como o assunto é tratado.

E como estou a falar a futuros chefes não resisto à tentação de apresentar um

exemplo, do meu conhecimento, que embora pequenino e simples, é típico, na sua própria simplicidade.

Um Director de uma fábrica antes de tratar um assunto com o Administrador-Delegado da sua empresa fez-lhe a seguinte declaração: Desejava apresentar a V. Ex.ª, um assunto para lhe dar solução. Eu sei que me dirá primeiro que não, mas dir-me-á depois que sim, de harmonia com as duas maneiras como vai ser apresentado. O Administrador sorriu-se e aguardou.

Nós desejávamos descontar aos operários sócios da nossa Casa do Pessoal, no último pagamento de cada mês, a importância de 1$00 da sua quota mensal. Há certa dificuldade em fazer a cobrança, alguns atrazam-se no pagamento das suas quotas e já temos tido vários aborrecimentos por esse motivo. Embora a importância a cobrar seja pequena, há na verdade muitos que se atrazam no pagamento e a aplicação das sanções regulamentares tem levantado atritos. Parecia-me razoável, disse esse Director, que se fizesse o desconto na féria.

A resposta só podia ser negativa. E foi mesmo. O Administrador da Empresa não concordou, como era natural, com esse mau princípio de se descontar ao operário, uma importância ainda que pequena, em semelhantes condições.

Mas, imediatamente, muito curioso, perguntou: — E agora como é que Você me apresenta o assunto para que eu possa responder afirmativamente?

— É tão simples, respondeu esse Director. Se todos os operários que tenham de efectuar esse desconto lhe solicitarem autorização para que a cobrança lhe seja feita da maneira indicada, V. Ex.ª, opõe-se?

— Nesse caso, não vejo inconveniente, foi a resposta.

O Presidente da Casa do Pessoal, mandou afixar um aviso pedindo aos sócios que não concordassem com o desconto que o declarassem na respectiva Secretaria. Oficiou ao Director da fábrica pedindo que fosse autorizado o desconto, pois, com excepção de três ou quatro sócios que declararam querer pagar as quótas directamente na Secretaria, todos os outros acharam preferível o desconto.

E dentro da liberdade de cada um ter a forma de pagamento que desejava passou a descontar-se na féria a quota respectiva.

Esse Director acabou, assim, definitivamente, com uma das causas constantes de atritos entre a Direcção da Casa do Pessoal e alguns dos seus sócios que por desleixo — deles e do cobrador — se atrazavam no pagamento, com a vantagem de dispensar o cobrador.

*

* *

É sabido de todos que é nas fábricas onde melhor se aprende a avaliar das reacções nem sempre justas, nem sempre espontâneas, das massas operárias.

Desde os fins do século XIX até aos nossos dias os avanços da Técnica e as grandes concentrações industriais, que daí resultaram, provocaram um conjunto de circunstâncias que permitiram às grandes massas aceitarem, sem prévio exame, teorias arrojadas sobre as relações entre o Capital e o Trabalho.

As reivindicações sociais tornaram-se cada vez maiores, porque maior era a miséria provocada por essas mesmas concentrações e pode-se afirmar que as organizações operárias caminharam mais depressa na apresentação das suas reclamações que os patrões nas respectivas resoluções.

Só o receio de males maiores levou muitos patrões a dar um pouco do que era justo, quando reconheciam a impossibilidade de prolongar por mais tempo a situação anterior.

Outros, verdadeiros pioneiros na defesa dos interesses dos seus servidores marcha-

ram à frente nesta revolução a favor dos desprotegidos e contribuiram de maneira eficaz para a paz social.

Os engenheiros pela sua situação particularíssima de chefes e de servidores, constituiram e constituirão sempre a ligação essencial para manter unidos os dois grandes factores da produção.

Quando apresentam aos patrões as justas aspirações dos operários são considerados por estes seus verdadeiros Chefes e Guias, quando, pelo contrário, defendem junto dos operários os legítimos interesses da Empresa são considerados pelos patrões, seus Delegados junto dos trabalhadores.

No fundo, nesta tão difícil situação *poucos serão os engenheiros que se sintam igualmente à-vontade nos dois papéis.*

É preciso ter qualidades muito especiais e muita Fé na nossa função social para ganhar a confiança dos dois campos e para, sem quebra dos princípios, levar a bom termo a nossa missão.

Dito isto à laia de introito vejamos então alguns aspectos que me parecem dignos de ser considerados.

*

* *

Salários: — É sem dúvida, o problema mais difícil de resolver.

O grande Pontífice Leão XIII põe a questão em toda a singeleza, nestas palavras:

«Façam pois, o patrão e o operário todas as convenções que lhes aprouver, cheguem inclusivamente a acordar na cifra do salário: acima da sua livre vontade está uma lei de justiça natural, mais elevada e mais antiga, a saber, que o salário não deve ser insuficiente para assegurar a subsistência ao operário sóbrio e honrado.

«O operário que receber um salário suficiente para acorrer com desafogo às suas necessidades e às da sua família seguirá o conselho que parece dar lhe a própria natureza: aplicar-se-á a ser parcimonioso e obrará de forma que, com prudentes economias vá juntando um pequeno pecúlio que lhe permita chegar um dia a adquirir um modesto património» ([1]).

Estamos ainda muito longe de ver os nossos operários auferir este salário suficiente de que falava o Pontífice em 1891, apesar de o Mundo já ter sido convulsionado por duas guerras e de haver decorrido mais de meio século sobre as suas palavras.

Mas não é só este aspecto que o engenheiro deve considerar. Trabalhar para que todos tenham salário justo e suficiente é um indeclinável dever da hora presente Por uma melhor organização, por um melhor apetrechamento, baixando o preço da produção, procurar lucros que permitam — sem esquecer o consumidor — dar, quer ao Capital, quer ao Trabalho a remuneração condigna.

Há, porém, nesta questão dos salários, um outro aspecto que, embora de menos gravidade não deixa de ter a sua transcendência e que por poder ser resolvido quase só pelo engenheiro me parece conveniente abordar.

Numa fábrica há operários de várias categorias, com graus diferentes de especialização, diversos rendimentos no trabalho e antiguidade variável.

Estabelecer as diferentes remunerações, com justiça, sem um número exagerado de salários (para não complicar os serviços da contabilidade) é problema de certa dificuldade que exige experiência, imparcialidade, senso e... muita paciência.

Há quem estabeleça salários pela simpatia que merecem determinados operários,

---

([1]) Encicl. «Rerum Novarum» (15-5-1891)

pela maneira como os encarregados ou capatazes apresentam o assunto a quem de direito, por uma hipotética dificuldade em arranjar quem possa executar certos serviços e até... porque o operário joga bem o futebol...

De fábrica para fábrica os critérios variam ao apreciar o valor de determinado serviço e dentro da mesma fábrica a hierarquia de salários, algumas vezes deixa de acompanhar a hierarquia das profissões e ofícios.

As queixas respeitantes às injustiças de que os operários se julgam vítimas quando comparam o seu salário com os salários dos outros devem ser estudadas imediatamente, dando-se conhecimento ao interessado, ou interessados, da resolução tomada com as razões justificativas dessa resolução.

Se não há o mesmo critério entre os diferentes engenheiros de uma fábrica o caso toma logo aspecto desagradável. Se as Administrações das Empresas intervêm também na fixação das categorias e promoções, não ouvindo os engenheiros, maior será a confusão e o descontentamento.

Não é muito vulgar haver uniformidade de critério.

O mais vulgar é reconhecerem os engenheiros as injustiças, procurar resolvê-las, apresentar as respectivas soluções e não encontrarem junto das Administrações os meios necessários, apesar da boa vontade.

Um engenheiro que esteja numa fábrica em que as Administrações não sintam os problemas sociais terá trabalho a dobrar, pois para esses, a maior dificuldade estará em convencer os patrões da importância destes problemas.

Um único operário que indevidamente receba um salário que não mereça, pode provocar descontentamento parcial duma secção da fábrica, ou até da fábrica inteira, conforme os casos.

Já por mais de uma vez tivemos ocasião de apreciar reclamações com esse fundamento. Os próprios reclamantes achavam-se bem pagos, muito melhor que os da mesma categoria de outras fábricas mas não podiam suportar que um determinado operário, *muito justamente* recebesse salário superior ao seu.

O critério que o engenheiro achava justo não era por eles compreendido.

Este capítulo de salários levar-nos-ia muito longe. A indisciplina existente é muito grande. Há muitas profissões e ofícios que têm os seus salários mínimos fixados por despacho ministerial, e se, dentro de cada profissão há uma certa relatividade nos salários, logo se encontram dificuldades se se comparam os salários mínimos das diferentes profissões e ofícios com os salários daqueles que não foram ainda regulamentados.

Apesar de se ter andado muito nesta matéria ainda estamos longe do dia em que deverá ser publicado o regulamento que uniformize as regalias de todos os trabalhadores, dando a todos o que agora só alguns têm. O nosso dever é contribuir na medida do possível, para que isso aconteça no mais curto prazo. Os salários e regalias considerados nos últimos despachos publicados mostram avanço considerável.

No fim do ano passado foi publicado o despacho que estabelece os salários mínimos para a indústria metalúrgica e metalo-mecânica ([1]).

Trabalho bem feito, embora tenha alguns senões. A comissão pode ser felicitada, porque fez, na verdade, obra útil.

No entanto estou convencido que muitas fábricas se deviam ter visto embaraçadas para lhe dar cumprimento.

É curioso notar que todas as resoluções da Comissão foram tomadas por unanimidade, com excepção daquelas que se referiam aos salários...

([1]) «Diário do Govêrno», II série, de 24 de Novembro de 1945.

*

* *

Pode-se afirmar que cada operário constitue — segundo a opinião do interessado — um caso independente dos restantes, que merece ser estudado e visto pelos seus superiores, como se fosse o problema n.º 1 da respectiva fábrica.

Há cerca de dois anos tivemos de fazer um estudo de conjunto da reforma de salários na fabrica que dirigimos. Estudo moroso e de grande delicadeza.

Por razões várias havia na fábrica uma grande diversidade de salários diários, com valores que diferiam as vezes, de $40.

Alguns operários mantinham as diferenças de salários que auferiam quando trabalhavam com máquinas que já haviam deixado de existir há vários anos, embora agora estivessem em trabalhos vulgares; outros mantinham determinadas gratificações que lhes tinham sido atribuidas quando estavam em certos serviços, etc.

Aproveitou-se um aumento de salários para corrigir estas anomalias por forma que todos subissem, embora não subissem todos na mesma proporção.

Houve aumentos que atingiram 8 a 10$00 diários para os que estavam em grande atrazo para a sua categoria e houve aumentos de 1$40 e $60 (ùnicamente para arredondamento) para aqueles que já há anos tinham herdado um salário alto, embora tivessem passado para função mais modesta.

É interessante notar que só foi recebida uma reclamação, feita aliás em termos respeitosíssimos por um simpático servidor com mais de 30 anos de serviço, que por achar pequeno o aumento (fora aumentado de 1$60 ficando com o salário de 28$00, além da casa, água e luz) vinha procurar a explicação do caso.

O filho fora aumentado de 7$40 e ficara com 30$00 e casa, água e luz.

Ao vê-lo entrar no gabinete logo calculámos ao que ele vinha.

Muito risonho e no seu falar característico disse: «Eu vinha perguntar ao Sr. Engenheiro porque é que eu só fui aumentado tão pouquinho, quando quase todos tiveram aumentos superiores a cinco escudos...».

— Ainda bem que é só isso. Quando o vi entrar julguei que vinha reclamar por seu filho ter ficado a ganhar mais do que você e havia de ser difícil ir agora tirar a seu filho parte do aumento, só para ele não ficar a ganhar mais do que o pai.

Então o caso não é grave. Você há mais de dez anos que está a ganhar um salário muito superior aos da sua categoria e nunca se queixou por ganhar mais. Fica agora igual a eles apesar da sua idade e de não poder fazer o que eles fazem. Acho que já é muito bom.

— Lá isso é verdade. Eu estou muito bem pago, para o que faço, disse ele sorrindo. Mas como os outros tiveram um aumento muito maior do que o meu...

(Continua)

TRANSPORTE MECÂNICO DE SÓLIDOS NAS INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS

PELO ENG.º QUÍMICO-INDUSTRIAL LUÍS A. DE ALMEIDA ALVES

Assistente do I. S. T.

(Continuação)

C. D. 621.8

Como exemplo desses diagramas, há os do Catálogo da «Robins Conveying Belt Company», reproduzidos em vários livros sobre transportadores de correia [1].

O primeiro desses diagramas dá v e B em função de Q, γ e da granulometria do produto; o segundo determina N em função de B, v e L_1; finalmente, o terceiro dá as tensões na correia e o número total de pregas da correia múltipla em função de N e v.

Resolvido, assim, esquemàticamente, o problema, resta só procurar os pormenores de construção em livros descritivos (ver Bibliografia).

III PARTE

TRANSPORTADORES DE CORRENTE E DE CADEIA

Neste caso o órgão flexível é constituído por uma ou duas correntes ou cadeias cujo movimento se obtém por uma ou duas rodas dentadas. A carga é transportada por meio de determinados órgãos ligados às correntes ou cadeias, sendo utilizados vários sistemas como veremos.

Qualquer que seja, porém, esse sistema o cálculo é feito de uma maneira análoga e por isso, convém fazê-lo antes da descrição.

I — *Cálculo aproximado*

Como se viu, trata-se, em primeiro lugar, de estabelecer as relações (9) e (10) do sistema C. A relação (9) (valor de v) depende dos tipos e será considerada em cada caso particular.

A relação (10) não pode ser determinada, como no caso das correias, por considerações de aderência visto que a roda conduz a corrente ou a cadeia independentemente das tensões existentes nesta. Por esta razão, como há toda a vantagem em que as tensões sejam tão pequenas quanto possível (afim de diminuir as dimensões da corrente ou cadeia e fazer baixar os valores das forças de atrito), deve procurar-se que o valor de T_2 seja pequeno. Não convém, no entanto, fazer nos cálculos $T'_2 = 0$ porque, como a tensão estabelecida pelo tensor não pode ser, evidentemente, rigorosa, é mais seguro fazer os cálculos com uma certa segurança, admitindo que T'_2 é uma fracção de T'_1:

$$T'_2 = \frac{1}{k} T'_1$$

e, portanto

$$T'_1 = k\, T'_2 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (10)$$

O sistema C) transformar-se-á no sistema E:

$$\text{Roda I} \begin{cases} 0 = -(k+1)\, T'_2 + X'_1 \quad \ldots \quad (1) \\ 0 = Y'_1 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2) \\ 0 = -(k-1)\, T'_2 + \dfrac{75\, N'}{v} \quad \ldots \quad (3) \end{cases}$$

(1) «Elements of Chemical Engineering», de Badger and Mc Cabe, 2.ª edição, págs. 604, 605 e 606; «Handbook of Mineral Dressing», de Taggart, capítulo 18, págs. 35, 38 e 41.

$$\text{Roda II}\begin{cases} 0 = t'_1 + t'_2 + X'_2 \ldots\ldots & (4) \\ 0 = Y'_2 \ldots\ldots\ldots\ldots & (5) \\ 0 = t'_1 - t'_2 \ldots\ldots\ldots & (6) \end{cases}$$

$$\begin{cases} T'_1 = t'_1 + \dfrac{QL}{3600\,v}(\operatorname{sen}\alpha + \mu\cos\alpha)\ldots & (7') \\ T'_2 = t'_2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & (8) \end{cases}$$

O valor de μ depende dos tipos.

A resolução do sistema dá, representando $\dfrac{QL}{3600\,v}(\operatorname{sen}\alpha + \mu\operatorname{sen}\alpha)$ por F

$$\begin{cases} T'_2 = t'_1 = t'_2 = \dfrac{F}{k-1} \\ T'_1 = \dfrac{k}{k-1}F \\ R'_1 = \sqrt{X'^2_1 + Y'^2_1} = \dfrac{(k+1)}{k-1}F \\ R'_2 = \sqrt{X'_2 + Y'^2_2} = \dfrac{2}{k-1}F \\ N' = \dfrac{Fv}{75} \end{cases}$$

valores que não se afastam muito dos valores limites; por outro lado, como $k = 4$, já dá um coeficiente de segurança elevado, poder-se-á em todos os casos da prática, adoptar esse valor.

II — *Dimensões das correntes, das cadeias e das rodas*

Quer de correntes, quer de cadeias, há variadíssimos tipos; as suas dimensões são estabelecidas pelos fabricantes, os quais fornecem catálogos onde se especificam as dimensões de todos os elementos, para uma determinada tensão T_1. Mas, como há interesse em conhecer o peso próprio das correntes e cadeias, para o cálculo rigoroso, pode fazer-se um cálculo aproximado das dimensões, *embora estas só sejam estabelecidas definitivamente pelas oficinas de construção.*

a) *Correntes* (1) (Fig. 18)

Os elementos de transporte fixam-se sobre os elos de faces planas.

Para fazer o cálculo das dimensões dos elos, determina-se a secção AB que resiste à tracção T_{1x} e à flexão devida a T_{1y}

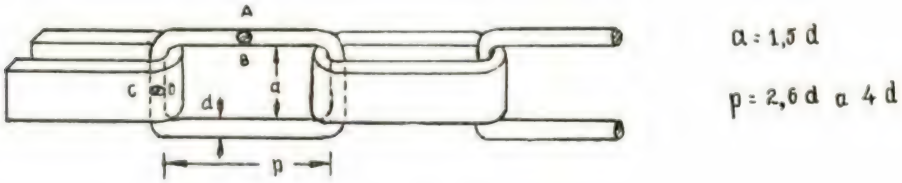


Fig. 18

Dos valores achados se conclui que T'_1, R'_1 e R'_2 serão tanto menores quanto maior for k, sendo os valores mínimos (para $\alpha = \infty$), respectivamente, $T'_1 = F$; $R_1 = F$ e $R'_2 = 0$.

Mas, deve notar-se que, quando $k = 4$, os valores que mais interessam (T'_1 e R'_1), são respectivamente $T'_1 = \dfrac{4}{3}F$ e $R'_1 = \dfrac{5}{3}F$,

(Fig. 19) e a secção CB que resiste ao corte.

Como em geral T_{1y} é pequeno, o momento flector $T_{1y}\,d_1$ é pequeno, e por isso, considera-se a corrente submetida a uma tracção

(1) Órgãos de Máquinas, II parte — Correntes.

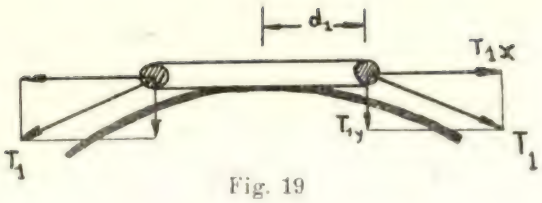


Fig. 19

simples afectada de um coeficiente correctivo C_1. Nestas condições, a fadiga na secção A B, será

$$\sigma_t = \frac{C_1 \, T_1}{S_1}$$

Portanto

$$T_1 = \frac{\sigma_t}{C_1} S_1 = C_2 S_1 = C_2 \frac{2 \pi d^2}{4} = C d^2$$

Portanto $\quad d \geqslant \sqrt{\frac{T_1}{C}}$

Os valores de C são fixados tendo também em atenção, o esforço de corte na secção CD.

Se for $r \geqslant 10\,d$, os valores de C são dados no Quadro XIII:

QUADRO XIII

Tipo de trabalho	C
Intermitente	625 kg/cm²
Uso permanente	500 kg/cm²
Contínuo	216 kg/cm²

Em primeira aproximação, para o cálculo do peso, pode admitir-se que a espessura das faces planas é igual a d.

b) *Cadeias* (²)

Entre os diferentes tipos de cadeia, podemos considerar duas formas fundamentais (Fig. 20).

1 — *Cadeia de tipo Gall* (Fig. 21).

Os esforços transmitem-se entre as chapas por intermédio dos veios que se movem dentro de caixas cilíndricas solidárias com as chapas interiores.

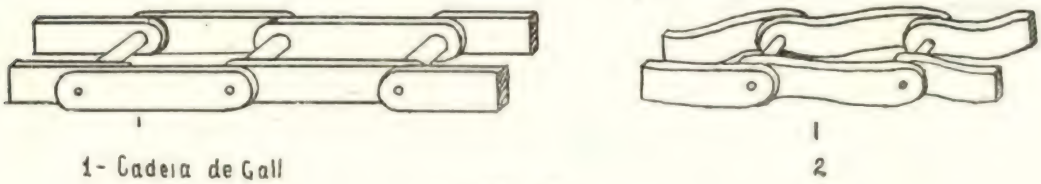


Fig. 20

Os veios estão sujeitos a esforços de flexão e de corte.

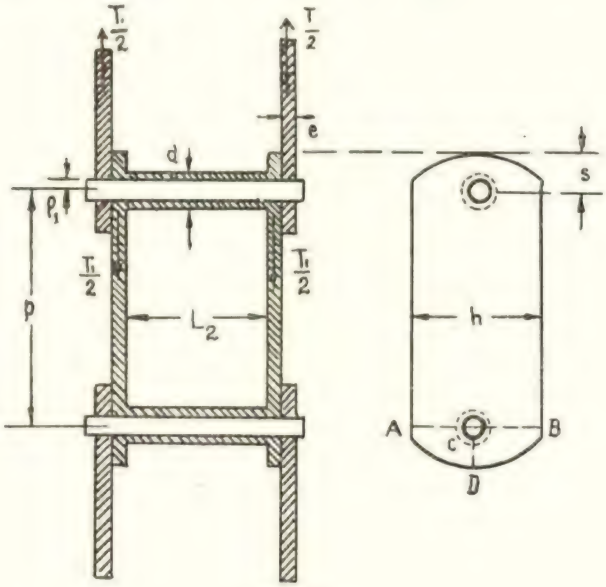


Fig. 21

O corte é devido à força $\frac{T_1}{2}$ e a partir deste valor se calcula ρ_1 (admitindo para fadiga de corte $\sigma_c = 800$ kg/cm²).

(²) Órgãos de Máquinas, II parte — Cadeias.

Com o valor de ρ_1 achado, determina-se o momento flector máximo M_f a que o veio pode ser submetido, e, como a flexão é devida a uma carga uniformemente distribuída que dá origem ao momento máximo:

$$M = \frac{pl^2}{8} = \frac{p\,(L_2 + 2\,e)}{8}\,(L_2 + 2\,e) = \frac{T_1\,(L_2 + 2e)}{8},$$

igualando M a M_f determina-se o valor de $L_2 + 2\,e$.

O valor de e é determinado pela resistência à tracção $\frac{T_1}{2}$ na secção AB:

$$e = \frac{T_1}{2\,(h - \rho_1)\,\sigma_t}, \text{ sendo } h = 4\,\rho_1 \text{ e } 6\,\rho_1$$

Deve notar-se que a deformação do veio devida ao esforço de flexão dá origem a esforços de flexão sobre as chapas; mas como não é possível determinar, com rigor, o valor desses esforços de flexão, o problema resolve-se atribuindo à carga de segurança à tracção σ_t, valores inferiores aos habituais ($\sigma_t = 700$ a 800 kg/cm²).

A partir de e determina-se L_2 visto que $L_2 + 2\,e$ é conhecido.

O valor de s é determinado pela resistência ao corte na secção CD.

Para evitar o desgaste dos veios pelas chapas e diminuir a fadiga de corte podem utilizar-se várias chapas sobrepostas [1], o que é um pormenor de construção que não interessa para o cálculo grosseiro do peso, que se está a fazer.

O passo p varia com os tipos de transportadores.

2 — *Cadeias de faces não planas* (Fig. 22)

O cálculo efectua-se como para as cadeias de Gall, excepto para a determinação de e porque a chapa, além do esforço de tracção está sujeita a uma flexão na secção EF.

A fadiga total será

$$\sigma_T = \sigma_t + \sigma\,f$$

$$\sigma_t = \frac{T_1}{2\,eh}$$

$$\sigma_f = \frac{M}{\frac{I}{V}} = \frac{\frac{T_1}{2}\,e}{\frac{he^2}{6}} = \frac{3\,T_1}{e\,h}$$

Portanto

$$\sigma_T = 3{,}5\,\frac{T_1}{e\,h} \text{ ou } e = \frac{3{,}5\,T_1}{\sigma_T\,h}$$

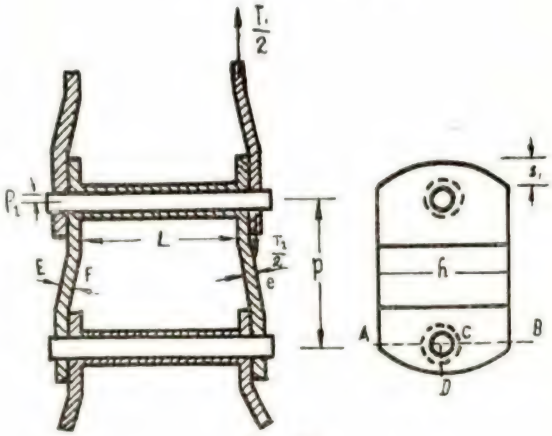


Fig. 22

sendo h, como no caso anterior, $h = 4\,\rho_1$ a $6\,\rho_1$

Neste caso σ_T pode tomar o valor $\sigma_T = 1200$ kg/cm² e a área assim determinada garante a resistência na secção enfraquecida pelo furo.

Em qualquer dos tipos de cadeia é fundamental que a pressão nas caixas onde os veios trabalham não exceda determinados valores; se excederem, é preciso fazer, de novo, o cálculo com dimensões mais elevadas.

As pressões admissíveis sobre o plano meridiano do veio são dadas no quadro XIV.

QUADRO XIV

Materiais dos veios e casquilhos	Pressão em kg/cm²
Aço sobre bronze	70
Aço sobre aço	100 a 150
Aço sobre ferro macio.	180
Aço rijo sobre aço rijo	250

As rodas podem não ser dentadas (correntes) ou ser dentadas (cadeias).

[1] Órgãos de Máquinas, II parte — Cadeias.

A determinação das dimensões das rodas dentadas faz-se do seguinte modo (Fig. 23).

Número de dentes z:

Para $v > 1$ m/seg, $z = 16$

Para $v < 1$ m/seg, $z = 8$ a 16, sendo tanto menor quanto maior o passo. Em certos casos de passos muito elevados ($p > 25$ cm), quando não há espaço para atribuir um raio elevado às rodas, chega-se a valores de z inferiores a 8, até $z = 4$ (1).

A altura e a espessura do dente, assim como a largura do rasto B_1 são determinados pelas dimensões da cadeia.

As restantes dimensões são as seguintes (3):

Espessura do rasto (em mm):

$$s_1 = 4 + 0{,}8 \frac{p^2}{L_2}$$

Largura do cubo $B_1 = B_2 + 0{,}14\ r$.

Largura da coroa circular que liga o rasto aos raios: $s'_1 = s_1$.

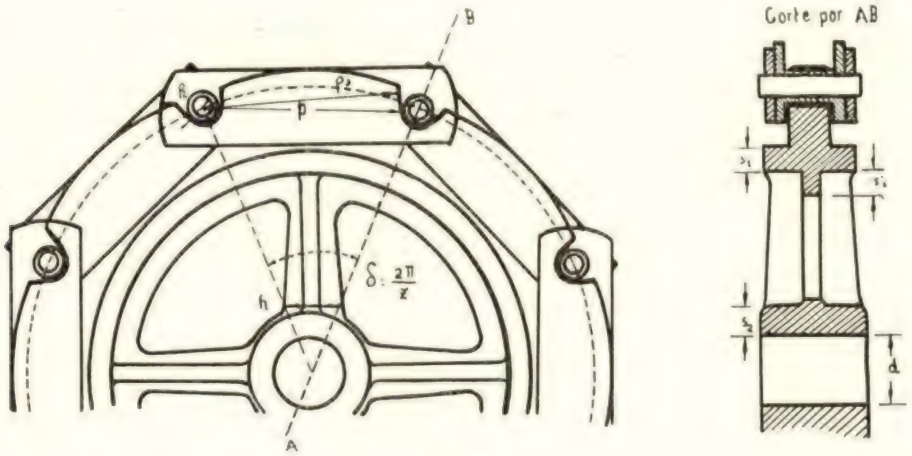


Fig. 23

Da figura tira-se

$$p = 2\ r\ \text{sen}\ \frac{\delta}{2} = 2\ r\ \text{sen}\ \frac{\pi}{z}$$

ou

$$r = \frac{p}{2\ \text{sen}\ \frac{\pi}{Z}}$$

sendo r o raio da circunferência primitiva (2).

Sendo ρ'_1 o raio exterior da caixa cilíndrica dos veios da cadeia será

$$\rho_2 = 1{,}1\ \rho'_1$$

O arco que completa o dente tem de raio ρ_3 e centro no centro do arco de raio ρ'_1.

Espessura das paredes do cubo:

$$s_2 = 0{,}4\ d + 10\ \text{mm}$$

Número de raios:

$$i = \frac{1}{6}\sqrt{2r}\ \text{a}\ \frac{1}{8}\sqrt{2r},$$

sendo r expresso em mm.

Se $i < 3$ a roda constrói-se como um disco, sem braços.

A secção transversal dos braços é a seguinte (fig. 24):

h_1 varia, aproximadamente, entre B_1 junto ao rasto e B_2 junto ao cubo.

O valor do h junto ao cubo é

$$h = 4{,}5\ \text{a}\ 3{,}9 \sqrt[3]{\frac{F_t\ r}{i}},$$

(1) Muitas vezes reduz-se o número de dentes a metade, embora o passo se mantenha o mesmo, isto é, suprime-se metade dos dentes da construção.

(2) Problemas de Mecânica Racional — Traçado de engrenagens.

(3) Órgãos de Máquinas — Rodas dentadas.

em que

$$F_t = T_1 - T_2 = K\,(T'_1 - T'_2)\,,$$

para a roda motora [1].

Valor de h junto ao rasto :

$$h_0 = 0{,}75\ h$$

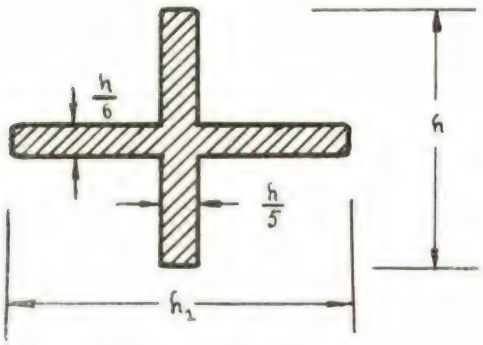
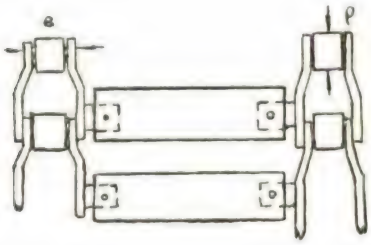


Fig. 24

III — *Cálculo definitivo*

Este cálculo varia, como vimos, com os tipos de transportadores, os quais podem ser abrangidos pelas três subdivisões seguintes:

Transportadores de tabuleiro
Transportadores de pás
Transportadores de alcatruzes (noras).



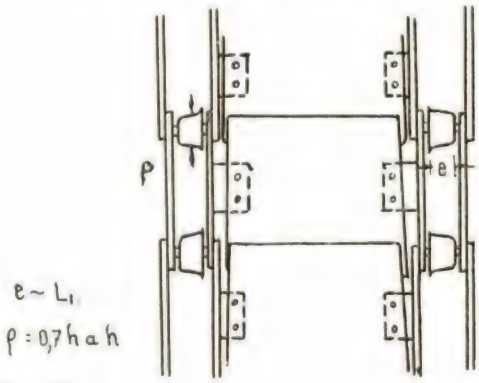


Fig. 25

A) *Transportadores de tabuleiro*

Os órgãos de transporte, de madeira ou chapa de ferro, fixam-se sobre duas correntes e constituem um tabuleiro que transporta a carga (fig. 25).

Os transportadores de madeira, empregam-se em geral, para cargas isoladas; para cargas contínuas e em pequenas dimensões empregam-se transportadores de chapas as quais, devido à sua pequena espessura, podem sobrepor-se de modo a evitar que o produto caia pelas linhas de separação.

Limites de aplicação:

$$Q = 20.000 \text{ a } 120.000 \text{ kg/hora}$$
$$\alpha < 30^\circ$$

Os valores de v e μ do sistema C são:

$$v = 0{,}2 \text{ m/seg a } 0{,}6 \text{ m/seg}$$
$$\mu = \varphi_1 = \varphi_2 = 0{,}04 \text{ a } 0{,}05$$

Quanto mais contínuo e mais pesado for o trabalho, menor será a velocidade escolhida.

Para o cálculo definitivo convém usar $K = 1{,}4$.

a) *Peso do órgão flexível*

$$P_1 = P_e + P_c$$

O peso P_e determina-se a partir das dimensões das correntes; o passo destas varia entre 7 cm a 60 cm, e pode estabelecer-se, para orientação geral, que o passo é tanto maior quanto maior é a capacidade do transportador.

O peso P_c depende das dimensões das tábuas ou das chapas.

Se estas são planas o cálculo é análogo ao dos transportadores de correia (fig. 9);

(1) Para a nota tensora seria

$$F_t = t_1 - t_2 = k\,(t'_1 - t'_2) = 0$$

Na prática, porém, esta roda tem as dimensões da roda motora.

como, porém, a velocidade é menor, a trepidação é menor, e por isso a largura do transportador pode ser melhor aproveitada.

Ter-se-á

$$b = (B - 0{,}1) \text{ metros}$$

$$h = \frac{1}{6} b$$

Portanto

$$S = \frac{2}{3} b h = \frac{1}{9} b h^2 = \frac{(B - 0{,}1)^2}{9},$$

ou

$$B = (3\sqrt{S} + 0{,}1) \text{ metros}$$

As espessuras usadas são:

Madeira..... $e_1 = 0{,}015$ a $0{,}02$ metros
Ferro ..... $e_1 = 0{,}003$ a $0{,}005$ »

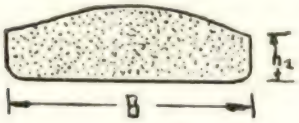


Fig. 26

Geralmente, nos transportadores de chapas, há vantagem em não as fazer planas para aumentar a capacidade (fig. 26).

transporte e, consequentemente, para capacidades menores, o valor máximo de B deverá, também ser menor, até cerca de $0^m{,}2$ a $0^m{,}3$. Arbitrado, pois de acordo com a capacidade de transporte, um valor de B compreendido entre os dois limites, determina-se h_1, que será

$$h_1 = \frac{9\,S - (B - 0{,}1)^2}{9\,B}$$

sendo S, como ja se viu

$$S = \frac{Q}{3600\, v\, \gamma}$$

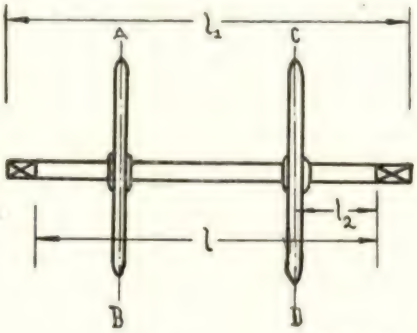
Se se trata de cargas isoladas, a largura B é determinada pela largura ocupada pelas cargas e, portanto será o valor Q de que é condicionado por essa largura.

b) *Peso das rodas e dos veios*

Comprimento dos veios:

$l_1 \sim B + 0{,}35$ (se a distância entre as linhas médias das correntes é inferior a B).

$l_1 \sim B + 0{,}50$ (se a distância entre as linhas médias das correntes é superior a B).



$l \sim (l_1 - 0{,}20)$ metros

Fig. 27

Neste caso

$$S = Bh_1 + \frac{1}{9}(B - 0{,}1)^2, \text{ de onde se tira } B.$$

Para escolher h_1 pode seguir-se o seguinte critério: O valor de B não deverá exceder, normalmente $0^m{,}6$ a $0^m{,}7$, mesmo para os transportadores de grande capacidade de

Raios r_1 e r

O cálculo é análogo ao dos transportadores de correia.

O raio r é fixado pelo passo e pelo número de dentes, como se viu.

Para r_1 ter-se-á de determinar a fadiga de flexão e torsão (fig. 27).

O valor l_2 depende da posição das rodas que varia com o modelo de transportador escolhido.

O momento flector máximo será (nas secções AB e CD) [1]:

$$M_1 = \frac{KR'_1}{2} \cdot l_2 = \frac{Kl_2}{2} \cdot \frac{k+1}{k-1} \cdot F = \frac{5\ K\ Fl_2}{6}, \quad [2]$$

sendo $k = 4$, como se estabeleceu.

O momento de torsão é, como no caso dos transportadores de correia:

$$M_t = K\ F\ r \quad [2]$$

Portanto

$$f_1 = \frac{1}{2\ \pi\ r_1^3} \left[3\ M_1 + 5\ \sqrt{M_1^2 + M_t}\right]$$

$$f_1 = \frac{5\ K\ F}{12\ \pi\ r_1^3} \left[3\ l_2 + \sqrt{25\ l_2^2 + 36\ r^2}\right],$$

ou

$$r_1 = \sqrt[3]{\frac{5\ K\ F\ (3l_2 + \sqrt{25\ l_2^2 + 36\ r^2})}{12\ \pi\ f_1}}$$

$$(f_1 = 1000\ kg/cm^2)$$

Raio r_2

$$M_2 = \frac{KR'_2}{2}\ l_2 = \frac{KFl_2}{3} \quad [2]$$

Portanto

$$f_2 = \frac{4}{\pi r_2^3} \cdot \frac{K\ F\ l_2}{3}$$

ou

$$r_2 = \sqrt[3]{\frac{4\ K\ Fl_2}{3\ \pi\ f_2}} \quad (f_2 = 1000\ kg/cm^2)$$

Os valores achados permitem determinar o peso dos veios que, juntamente com o peso das rodas dão p_1 e p_2.

c) *Atritos*

1 — *Atritos dos veios nas chumaceiras:* [3]

$$F_1 = \frac{5}{3} K\ f_1\ F\ \frac{r_1}{r}$$

$$F_2 = \frac{2}{3} K\ f_2\ F\ \frac{r_2}{r},$$

em que f_1 e f_2 têm os valores indicados na nota do quadro II.

2 — *Atrito do órgão flexível durante o percurso*

Será

$$\varphi_1 = \varphi_2 = \mu = 0{,}04 \text{ a } 0{,}05 \text{ (ver pág. 1006)}$$

3 — *Atrito de enrolamento*

Sabe-se [1] que, neste caso, os coeficientes β_1, β_2, β_3 e β_4, têm o valor comum

$$\beta = f\ \frac{\delta}{D},$$

em que δ é o diâmetro dos veios da cadeia (ou diâmetro da corrente) e D o diâmetro de roda [2].

Portanto, ter-se-á:

$$F_5 = f\ \frac{\rho_1}{r}\ T_1 = \frac{4}{3} K\ f\ F\ \frac{\rho_1}{r}$$

$$F_6 = f\ \frac{\rho_1}{r}\ t_2 = \frac{1}{3} K\ f\ F\ \frac{\rho_1}{r}$$

$$F_7 = f\ \frac{\rho_1}{r}\ t_1 = \frac{1}{3} K\ f\ F\ \frac{\rho_1}{r}$$

$$F_8 = f\ \frac{\rho_1}{r}\ T_2 = \frac{1}{3} K\ f\ F\ \frac{\rho_1}{r}$$

O valor de f geralmente usado é

$$f = 0{,}35 \text{ a } 0{,}45$$

d) *Resolução definitiva*

1 — Estabelecimento da relação $T_1 = \Psi\ (T_2)$

Neste caso, ao contrário do que sucede com os transportadores de correia, não há possibilidade de corrigir o valor de Ψ, visto que a relação $T_1 = 4\ T_2$ foi estabelecida arbitràriamente, tendo por objectivo fazer o cálculo com uma certa segurança.

---

(1) Resistência de materiais — Flexão.

(2) M_1, M_t e M_2 devem ser afectados dos factores de serviço k_1 e k_t indicados na página 953.

(3) Nestes valores r_1 e r_2 são expressos em metros.

(1) Problemas de Mecânica Racional — Atrito.

(2) Nestes valores. ρ_1 é expresso em metros.

Será portanto

$$T_1 = 4\,T_2 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (9)$$

2 — *Resolução*

O sistema das equações (3), (9) e (10) do sistema D, dá:

$$N = \frac{v}{75}\left\{F\left[1 + \frac{K}{3r}(5\,f_1 r_1 + 2\,f_2 r_2 + 7\,f\rho_1)\right] + \right.$$
$$\left. + 2\,P_1 L_1 \varphi_1 \cos\alpha\right\}$$

$$T_2 = \frac{1}{3}\left\{F\left[1 + \frac{K}{3r}(5\,f_1 r_1 + 2\,f_2 r_2 + 6\,f\rho_1)\right] + \right.$$
$$\left. + 2\,P_1 L_1 \varphi_1 \cos\alpha\right\}$$

$$T_1 = \frac{4}{3}\left\{F\left[1 + \frac{K}{3r}(5\,f_1 r_1 + 2\,f_2 r_2 + 6\,f\rho_1)\right] + \right.$$
$$\left. + 2\,P_1 L_1 \varphi_1 \cos\alpha\right\}$$

De (6) e (8) vem

$$t_2 = \frac{1}{3}\left\{F\left[1 + \frac{K}{3r}(5\,f_1 r_1 + 8\,f_2 r_2 + 9\,f\rho_1)\right] + \right.$$
$$\left. + 5\,P_1 L_1 \varphi_1 \cos\alpha - 3\,P_1 L_1 \operatorname{sen}\alpha\right\}$$

$$t_1 = \frac{1}{3}\left\{F\left[1 + \frac{K}{3r}(5\,f_1 r_1 + 8\,f_2 r_2 + 12\,f\rho_1)\right] + \right.$$
$$\left. + 5\,P_1 L_1 \varphi_1 \cos\alpha - 3\,P_1 L_1 \operatorname{sen}\alpha\right\}$$

Finalmente, as componentes das reacções serão:

$$X_1 = \frac{5}{3}\left\{F\left[1 + \frac{K}{3\,r}(5\,f_1 r_1 + 2\,f_2 r_2 + \frac{27}{5}\,f\rho_1)\right] + \right.$$
$$\left. + 2\,P_1 L_1 \varphi_1 \cos\alpha\right\} + p_1 \operatorname{sen}\alpha - \frac{2\,P_1 v^2}{g}$$

$$Y_1 = -\,p_1 \cos\alpha$$

$$\text{e } R_1 = \sqrt{X_1^2 + Y_1^2}$$

$$X_2 = \frac{2\,P_1 v^2}{g} + p_2 \operatorname{sen}\alpha - \frac{2}{3}\left\{F\left[1 + \frac{k}{3r}(5\,f_1 r_1 + \right.\right.$$
$$\left. + 8\,f_2 r_2 + \frac{9}{2}\,f\rho_1) + 5\,P_1 L_1 \varphi_1 \cos\alpha - \right.$$
$$\left. - 3\,P_1 L_1 \operatorname{sen}\alpha\right\}$$

$$Y_2 = -\,p_2 \cos\alpha$$

$$\text{e } R_2 = \sqrt{X_2^2 + Y_2^2}$$

Resta verificar se o valor de K arbitrado é exacto.

e) *Carga e descarga*

1 — *Carga*

Neste caso não é de temer, como com as correias, o desgaste proveniente da diferença de velocidades entre a carga que entra e o órgão flexível em movimento; por isso, a carga faz-se da maneira que for mais cómoda (por calha, à pá, etc.).

2 — *Descarga*

Se a descarga se faz no extremo do transportador, nada há a acrescentar; se se faz num ponto intermédio, podem usar-se vários processos.

I — Um anteparo fazendo um ângulo diferente de 90° com a direcção do movimento (fig. 16).

O cálculo do aumento de potência é análogo ao dos transportadores de correia.

II — Montando um carril curvo no local da descarga (fig. 28).

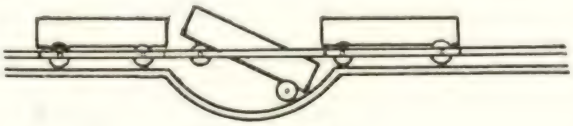


Fig. 28

III — Construindo um ressalto nas chapas de modo a obrigá-las a levantar, fazendo-as bater contra um anteparo fixo (fig. 29):

B) *Transportadores de pás*

São constituídos por pás ligadas a uma ou duas correntes que arrastam o produto contido num canal (fig. 30).

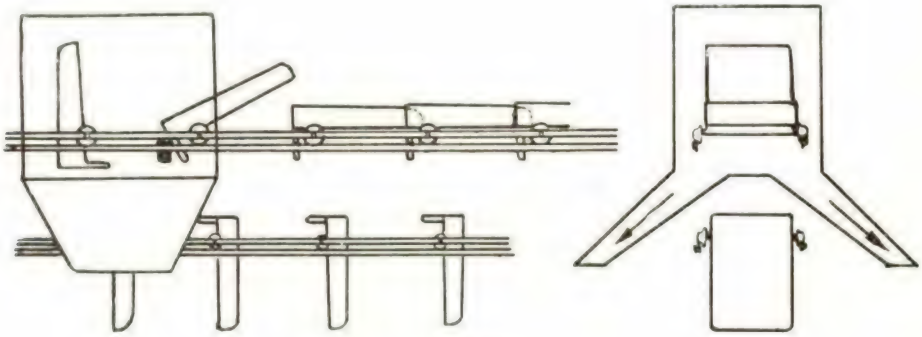


Fig. 29

Limites de aplicação:

$Q = 1.000$ a 100.000 kg/hora

$\alpha < 30°$

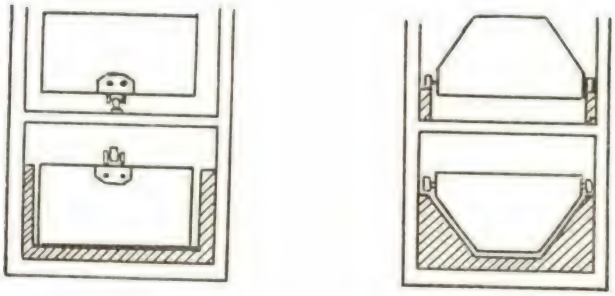


Fig. 30

Os valores de v e μ do sistema C são os seguintes:

$v = 0{,}25$ a $0{,}75$ m/seg

(Quanto mais contínuo for o trabalho, menor será a velocidade escolhida).

Os valores de μ, que correspondem a f_3 do quadro III não representam, precisamente, o coeficiente de atrito, mas o coeficiente de resistência que é devido, além do atrito, à resistência interna do produto; por isso, estes valores dependem da largura do canal, da forma da secção deste e da granulometria do produto. Atendendo a esses factores, a forma mais favorável da secção é sensìvelmente a indicada (fig. 31).

Para esta forma e para produtos pouco finos, podem tomar-se os valores de μ do quadro XV, quando o canal é de aço.

QUADRO XV

Substância a transportar	μ
Carvão	0,5
Coke	0,35
Cinzas húmidas	0,5
Areia seca	0,6
Calcáreo	0,6

Se a forma é diferente ou se o produto é mùito fino estes valores têm de ser aumentados de 10 a 20 %.

Como se vê, os valores de μ não são rigorosamente exactos, mas, desde que não seja

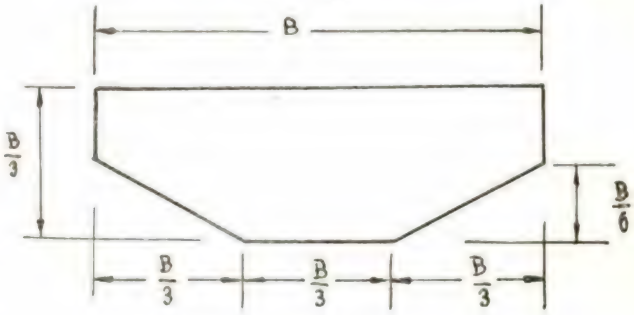


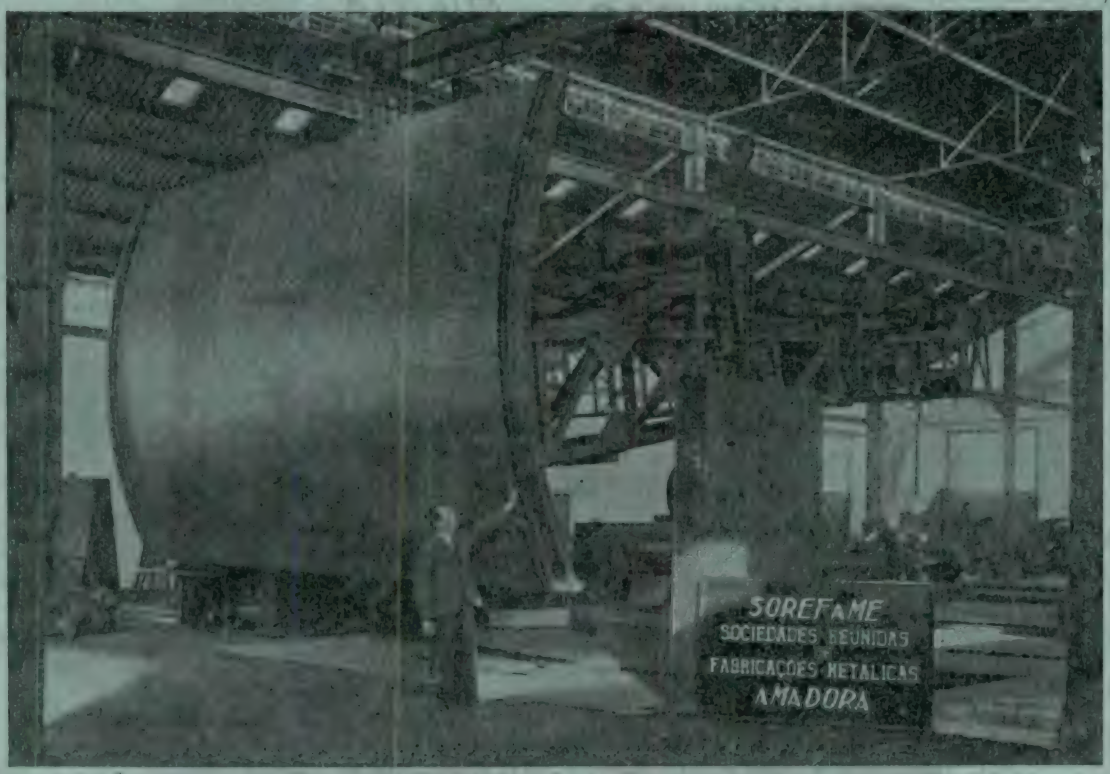
Fig. 31

possível determiná-los, experimentalmente em cada caso, o cálculo far-se-á com suficiente aproximação, se se tomar, dum modo geral,

$f_3 = 0{,}6$ a $0{,}7$

Sociedades Reunidas de Fabricações Metálicas, Ld.ª

CONSTRUÇÕES METÁLICAS



Uma das 2 comportas de segmentos fabricadas para a Sociedade Portuguesa Neyret-Beylier & Piccard-Pictet, Ld.ª, e destinada ao descarregador de cheias da barragem de Santa Luzia, da Companhia Eléctrica das Beiras

FÁBRICAS DA VENDA NOVA

Rua Vice-Almirante João António de Azevedo Coutinho

AMADORA

Telefone: VENDA NOVA 48

FÁBRICA PORTUGAL

PRAÇA DOS RESTAURADORES, 49-57 - TEL. 24948

Resolvido o sistema C, pode tomar-se $K = 1{,}5$ para a resolução definitiva.

a) *Peso do órgão flexível*

$$P_1 = P_e + P_c$$

O passo p é, em geral, mais curto do que para os transportadores de tabuleiro

$$p = 7 \text{ a } 20 \text{ cm}$$

sendo tanto maior quanto maior a capacidade.

O peso P_c depende das dimensões das pás. A sua espessura é de $e_1 = 0{,}003$ a $0{,}005$ metros e a distância entre pás é

$$a = 0{,}4 \text{ a } 0{,}6 \text{ m}$$

A determinação de B faz-se a partir das seguintes considerações:

A secção longitudinal da carga, em frente da pá é a indicada, aproximadamente, na figura 32.

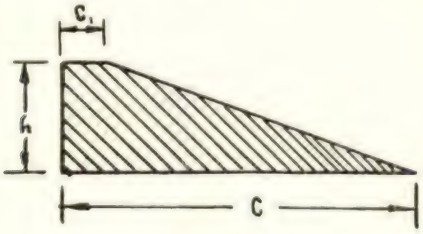


Fig. 32

É evidente que, para cada material, os valores de h, c e c_1 são diferentes e, portanto, só por ensaios detalhados se podem determinar estes valores. Como, normalmente, não é possível fazer essas determinações com exactidão, podem tomar-se aproximadamente os seguintes valores

$$c = 3\ h$$
$$c_1 = 0{,}4\ h$$

Fazendo $c = a$ (afastamento entre as pás), vem

$$h \sim \frac{a}{3}$$

$$c_1 \sim 0{,}13\ a$$

Se a pá for rectangular, o peso transportado por uma pá é

$$P_a = B\,h\left(c_1 + \frac{c - c_1}{2}\right)\gamma = \frac{B\,h\,\gamma\,(c + c_1)}{2} \sim$$
$$\sim 0{,}2\ Ba^2\,\gamma$$

Como $P_a = P\,.\,a$, ter-se-á

$$\frac{Q}{3600\ v}\,a \sim 0{,}2\ B\,a^2\,\gamma\ ,$$

ou

$$B = \frac{Q}{720\ a\ v\ \gamma}\ (^1)$$

Se o canal tem a forma indicada na fig. 31, B terá de ser maior; atendendo, porém, ao grau de imprecisão dos diferentes dados, não tem interesse calcular rigorosamente, o volume da carga em frente da pá e, pode escrever-se, aproximadamente,

$$B = \frac{Q}{650\ a\ v\ \gamma}$$

A partir de B, e_1 e das relações da figura 31, calcula-se o peso de uma pá; e, como se conhece o afastamento a, determina-se o peso total P_c.

b) *Peso das rodas e dos veios*

O cálculo é análogo ao dos transportadores de tabuleiro.

c) *Atritos*

1 — *Atrito dos veios nas chumaceiras*

Os indicados para os transportadores de tabuleiro.

2 — *Atrito do órgão flexível durante o percurso*

Além do valor f_3 que se indicou, há a considerar o atrito dos roletes sobre as guias, para o qual

$$\varphi_1 = \varphi_2 = 0{,}05 \text{ a } 0{,}07$$

(1) Deve verificar-se se h coincide com B/3. Se não coincidir, ou se terá de variar a ou modificar as dimensões da figura 31.

3 — *Atrito de enrolamento*

Calcula-se como no caso dos transportadores de tabuleiro.

d) *Resolução definitiva*

Como nos transportadores de tabuleiro, substituindo $?_1$ por f_3 no atrito devido à componente normal da carga.

e) *Carga e descarga*

A carga faz-se por meio de uma tremonha lateral que lança o produto a transportar no canal e a descarga efectua-se por um orifício aberto no canal, no ponto de descarga.

C) *Transportadores de alcatruzes (noras)*

Neste caso, os elementos de transporte são alcatruzes ligados às correntes, os quais podem ser fixos ou oscilantes.

1 — *Alcatruzes fixos*

Os alcatruzes são fixados às correntes por meio de peças de ligação; convém que a fixação se faça no plano horizontal do centro de gravidade do alcatruz (Fig. 33).

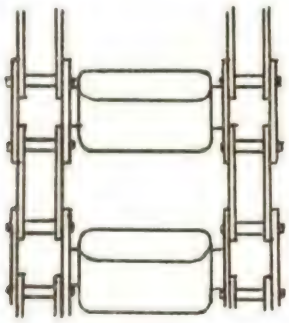


Fig. 33

Limites de aplicação:

$Q = 5.000$ a 100.000 kg/hora

α — Todos os valores até 90°, mas de preferência entre 60° e 90°

Valores de μ e v do sistema C:

Para μ ver pág. 1019.

Para o estabelecimento de v, ter-se-á de estudar o mecanismo do transporte para estabelecer quais as velocidades mais convenientes.

Suponhamos uma nora em funcionamento e, admitamos, em primeira aproximação, que o material a transportar pode ser considerado como um fluido perfeito (Fig. 34).

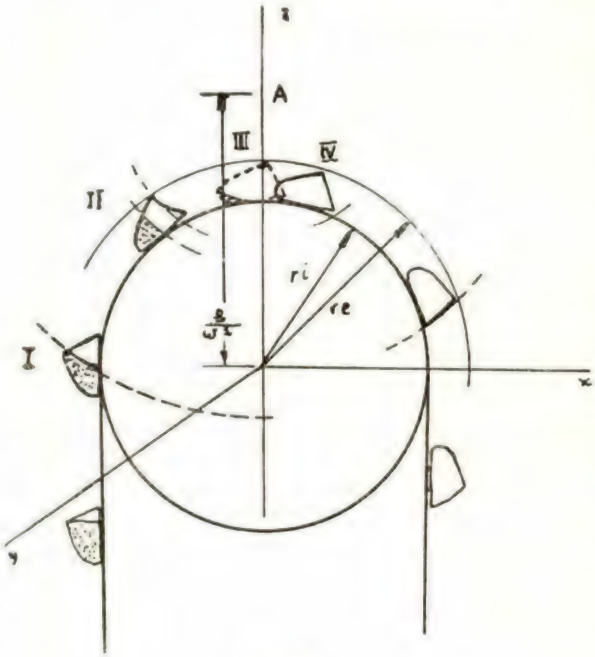


Fig. 34

Quando o alcatruz começa o movimento em torno da roda, as superfícies isobáricas que eram horizontais, passarão a ter uma forma diferente. Como se sabe [1], as superfícies isobáricas são superfícies para as quais U = constante, sendo U obtido pela integração da diferencial exacta

$$dU = X\,dx + Y\,dy + Z\,dz$$

As forças actuantes sobre um elemento de volume Δ_v, de massa Δ_m, são o peso e a força centrífuga e, portanto

$$\begin{cases} X = \Delta_m \omega^2 x \\ Y = 0 \\ Z = -\Delta_m g + \Delta_m \omega^2 z \end{cases}$$

em que ω é a velocidade angular [2].

[1] Mecânica Racional — Hidrostática.

[2] Mecânica Racional — Cinemática dos sólidos (aceleração).

Será, portanto [1]

$$U = \int_0^x \Delta m\, \omega^2\, x\, dx + \int_0^z \Delta m\, (\omega^2 z - g)\, dz =$$

$$= \Delta m \left(\frac{\omega^2 x^2}{2} + \frac{\omega^2 z^2}{2} - g z \right) + C$$

Igualando U a uma constante $\Delta_m C_1$, a equação geral das superfícies isobáricas será

$$x^2 + z^2 - \frac{2g}{\omega^2} z = C_1$$

As isobáricas são, pois, circunferências de centro no ponto A $\left(0, \frac{g}{\omega^2}\right)$.

Consideremos, agora, o caso real em que se toma em consideração o atrito interno do material. Neste caso, a forma das isobáricas é modificada porque, em cada ponto, a isobárica real forma com a isobárica ideal um ângulo φ, sendo φ o ângulo de talude natural (Fig. 35).

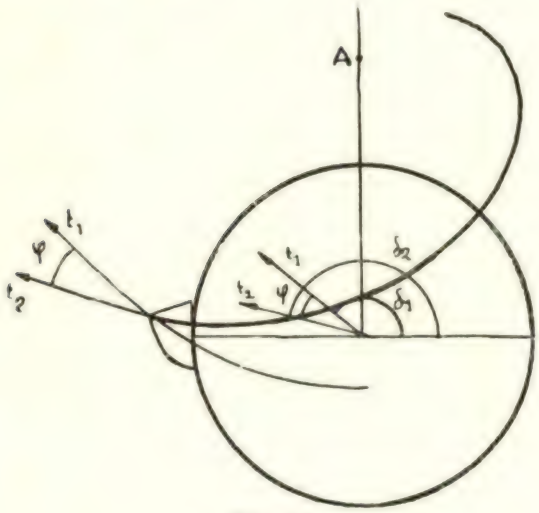


Fig. 35

$$\delta_2 = \delta_1 + \varphi$$

$$\operatorname{tg} \delta_2 = \frac{\operatorname{tg} \delta_1 + \operatorname{tg} \varphi}{1 - \operatorname{tg} \delta_1 \operatorname{tg} \varphi}$$

$\operatorname{tg} \delta_1$ é a derivada $\left(\frac{dz}{dx}\right)_i$ da equação da circunferência; $\operatorname{tg} \delta_2$ é a derivada $\left(\frac{dz}{dx}\right)_r$ da equação da isobárica real e $\operatorname{tg} \varphi = f$ (coeficiente de atrito interno).

Para a circunferência será:

$$2x + 2z \left(\frac{dz}{dx}\right)_i - \frac{2g}{\omega^2} \left(\frac{dz}{dx}\right)_i = 0 \quad , \text{ ou}$$

$$\left(\frac{dz}{dx}\right)_i = \operatorname{tg} \delta_1 = \frac{x}{\frac{g}{\omega^2} - z}$$

Representando $\operatorname{tg} \delta_2$ por $\frac{dz}{dx}$, virá:

$$\frac{dz}{dx} = \frac{\frac{x}{\frac{g}{\omega^2} - z} + f}{1 - \frac{fx}{\frac{g}{\omega^2} - z}} = \frac{x + f\left(\frac{g}{\omega^2} - z\right)}{\left(\frac{g}{\omega^2} - z\right) - fx}$$

Fazendo a mudança de variável

$$z - \frac{g}{\omega^2} = s \quad , \text{ vem}$$

$$\frac{dz}{dx} = \frac{ds}{dx} \text{ e, portanto,}$$

$$\frac{ds}{dx} = \frac{fs - x}{s + fx} ,$$

que é uma equação diferencial de 1.ª ordem, homogénea [1].

Seguindo o caminho habitual, tem-se

$$s = ux$$

$$ds = u\, dx + x\, du \quad \text{e} \quad \frac{ds}{dx} = u + x \frac{du}{dx}$$

$$u + x \frac{du}{dx} = \frac{fux - x}{ux + fx}$$

$$u - \frac{fu - 1}{u + f} + x \frac{du}{dx} = 0$$

$$\frac{u^2 + 1}{u + f} + x \frac{du}{dx} = 0$$

$$\int \frac{(u + f)}{u^2 + 1} du + \int \frac{dx}{x} = C$$

(1) Cálculo Integral — Diferenciais exactas.

(1) Cálculo integral — Equações diferenciais.

$$\frac{1}{2}\log(u^2+1)+\text{farctg}\,u+\log x=-\log\frac{1}{a}$$

$$\left(\text{Fazendo } C=-\log\frac{1}{a}\right)$$

$$a\,x\sqrt{u^2+1}=e^{-\text{farctg}\,u}$$

$$a\sqrt{s^2+x^2}=e^{-\text{farctg}\frac{s}{x}}$$

Fazendo a transformação para coordenadas polares:

$$\begin{cases} x=r\cos\theta \\ s=r\,\text{sen}\,\theta \end{cases},$$

vem

$$\begin{cases} \sqrt{s^2+x^2}=r \\ \text{arctg}\,\dfrac{s}{x}=\theta \end{cases},$$

e portanto o resultado será

$$r=\frac{1}{a}\,e^{-f\theta}$$

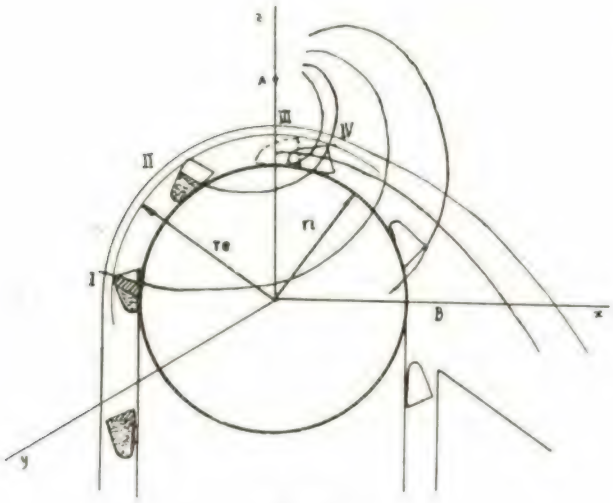


Fig. 36

que é uma espiral logarítmica (1) de centro no ponto A, visto que $s=z-\frac{g}{\omega^2}$ (2)

Sendo assim, a figura 34 transforma-se na 36.

(1) Problemas de Mecânica Racional — Cinemática do Ponto.

(2) Na realidade o grau de enchimento ainda é superior ao limitado pela espiral logarítmica devido a inércia produto.

Como se vê nestas figuras, o volume do material dentro do alcatruz diminui no momento em que este atinge a posição I, pelo que parte cai se o alcatruz for muito cheio; na posição II, o volume mantém-se porque o aproveitamento do alcatruz é melhor; finalmente, na posição III já o alcatruz está quase completamente descarregado e na posição IV está completamente vazio. Quere dizer que a descarga se faz entre as as posições II e IV e é nesta região que o estudo tem de ser feito com mais detalhe (fig. 37).

Vê-se, a partir desta figura que o alcatruz fica despejado no percurso correspondente a um ângulo de cerca de 20°, na região próxima do ponto mais alto em que a velocidade inicial das partículas que caem é, aproximadamente horizontal e igual a

$$v=\omega\,r\ (r_i<r<r_e)\ (1)$$

As partículas que deixam os alcatruzes descrevem aproximadamente parábolas cujas equações paramétricas em relação ao ponto de partida, supondo v horizontal, são (2):

$$\begin{cases} x=v\,t \\ z=-\dfrac{g\,t^2}{2} \end{cases}$$

das quais, eliminando t se obtém

$$z=-\frac{g\,x^2}{2\,v^2}=-\frac{g\,x^2}{2\,\omega^2\,r^2}=-\frac{1}{2}\cdot\frac{g}{\omega^2}\cdot\frac{x^2}{r^2}$$

É condição necessária para que a descarga se faça em boas condições que as partículas atinjam pelo menos o ponto B, para que caiam na calha de descarga (fig. 36), isto é, para $z=-r$, terá de ser

$$x=r+r\ \text{sen}\ 20^\circ\sim 1{,}3\,r:$$

$$-r>-\frac{1}{2}\cdot\frac{g^2}{\omega^2}\cdot\frac{1{,}69\,r^2}{r^2}$$

$$\frac{g}{\omega^2}<1{,}2\,r$$

(1) O raio r pode considerar-se em média como o raio do círculo primitivo da roda, como anteriormente.

(2) Mecânica racional — Movimento curvilíneo.

Contando com a resistência do ar e com a diferença entre r_i e r_e, pode escrever-se, aproximadamente

$$\frac{g}{\omega^2} < r$$

de onde

$$\omega > \sqrt{\frac{g}{r}} \quad \text{ou} \quad v > \sqrt{gr}$$

Este caso é mais favorável para a descarga porque, além das partículas serem arremessadas a uma distância maior, a descarga faz-se pela face exterior (fig. 39).

A consideração do valor $\frac{g}{\omega^2}$ permite classificar as noras em lentas e rápidas consoante $\frac{g}{\omega^2}$ for maior ou menor do que r.

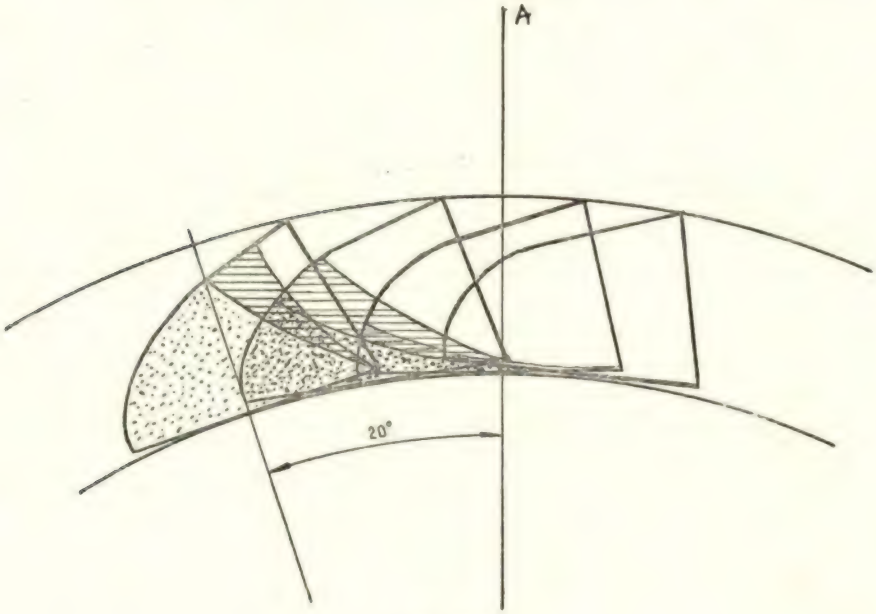


Fig. 37

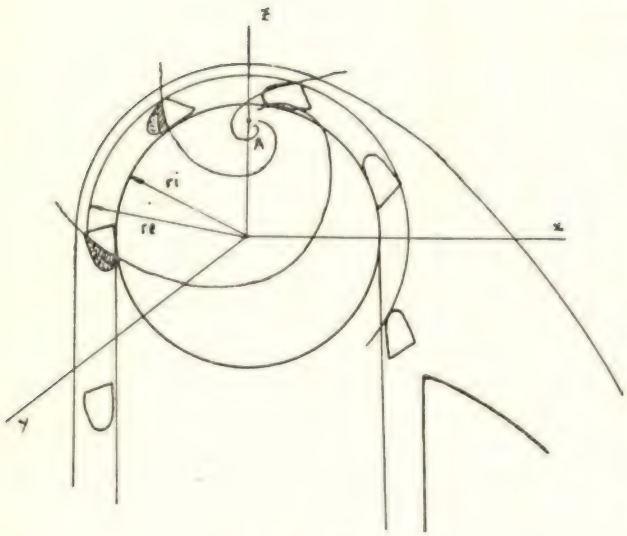


Fig. 38

Mas se $\frac{g}{\omega^2} < r$ a posição do ponto A varia e a figura 36 tomará o aspecto da figura 38.

α — Noras lentas

Neste caso como as partículas não atingem a calha de descarga, não é possível descarregar a nora em boas condições a não ser que se usem dispositivos especiais. Os mais vulgares consistem ou em construir a nora inclinada, ou em fazer uma inflexão no ramo descendente (fig. 40), ou em estabelecer um percurso horizontal de descarga (fig. 41) ou ainda em utilizar pequenas calhas sobre a face externa dos alcatruzes de modo a fazer correr o produto de cada alcatruz sobre os alcatruzes seguintes.

A distância entre os alcatruzes é a = 0,4 a 0,6 m.

β — Noras rápidas

Para estas, há necessidade de determinar a distância entre os alcatruzes de modo a

que o produto que cai, não caia sobre os alcatruzes seguintes (fig. 42).

Suponhamos que a partícula parte do ponto C. A parábola descrita referida aos eixos da figura tem a equação

$$z = -\frac{g x^2}{2 v^2} + r_i$$

$$z = \frac{v^2 - \sqrt{v^4 + g^2 r_e^2 - 2 g v^2 r_i}}{g} =$$

$$= \frac{v^2}{g}\left(1 - \sqrt{1 + \frac{g^2 r_e^2}{v^4} - \frac{2 g r_i}{v^2}}\right)$$

A este valor corresponde um ângulo θ tal que

$$\operatorname{sen} \theta = \frac{z}{r_e}$$

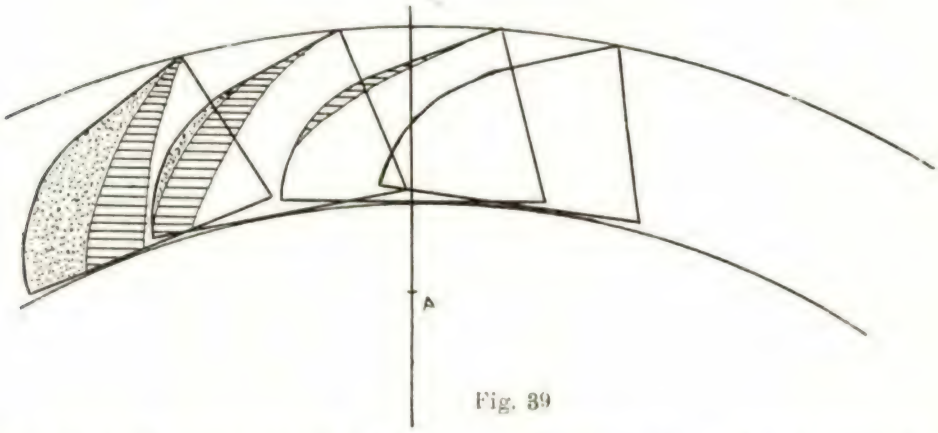


Fig. 39

Os pontos dos alcatruzes mais afastados do centro descrevem a circunferência de equação

$$x^2 + z^2 = r_e^2$$

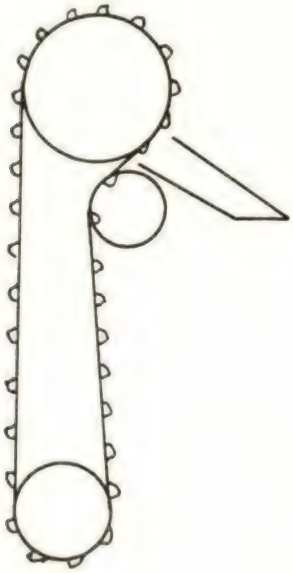


Fig. 40

Estas duas curvas intersectam-se no ponto de cota (1)

Para que a partícula encontre o alcatruz para este valor de θ, este pode estar recuado de um certo ângulo α, quando a partícula começa o movimento em C.

Este ângulo será

$$\alpha = \omega t$$

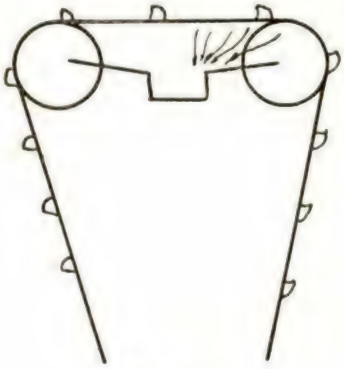


Fig. 41

sendo t o tempo gasto pela partícula para atingir a cota z

$$t = \sqrt{\frac{2\,(r - z)}{g}}$$

O ângulo entre 2 alcatruzes será, portanto,

$$\xi = \frac{\pi}{2} - \theta - \alpha$$

(1) O sinal (+) dá $z > r_e$.

e a distância a entre os alcatruzes será

$$a_1 = r\,\xi$$

Por uma questão de segurança deve acrescentar-se este valor de 10 cm.

Portanto

$$a = (r\,\xi + 0{,}1) \text{ metros}$$

Na prática o critério de escolha da velocidade pode ser o seguinte (ver quadro XVI)

QUADRO XVI

Natureza do produto	Velocidade em m/seg
Pulverulento e pouco denso. . . .	1 a 3
Em pedaços grandes e mais densos	0,3 a 1

Escolher-se-ão velocidades tanto maiores quanto mais fino e menos denso for o produto.

Em função da velocidade escolhida e do raio r que se estabelecer para a roda, determina-se $\frac{g}{\omega^2}$ e verifica-se se se trabalha com marcha lenta ou rápida; inclusivamente pode variar-se r de modo a modificar o valor de $\frac{g}{\omega^2}$.

Resolvido o sistema C, pode tomar-se K = 1,5.

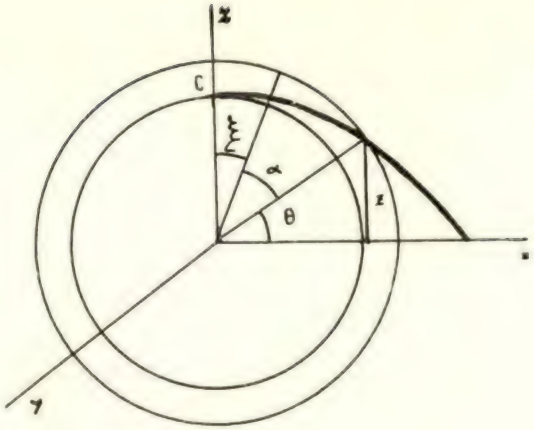


Fig. 42

a) *Peso do órgão flexível.*

$$P_1 = P_e + P_c$$

Para P_e falta determinar o passo p. Em geral, usam-se passos curtos

$$p = 7 \text{ a } 15 \text{ cm}$$

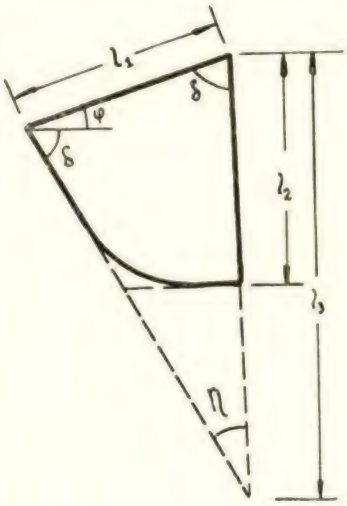
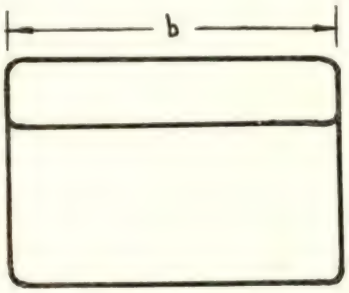


Fig. 43



Para P_c, determinada, pelas considerações de velocidade e distância entre os alcatruzes (a) resta estabelecer as dimensões destes. É claro que a forma não se pode estabelecer rìgidamente visto que o ângulo de abertura η (fig. 43) será tanto maior quanto maior for a tendência do produto a aglomerar-se.

Para orientar o cálculo pode fazer-se, em média

$$\varphi \text{ (ângulo de talude natural)} = 15^\circ \text{ a } 30^\circ$$

$$\delta \sim 90 - \varphi$$

$$\eta \sim \varphi$$

$$b = l_1 \text{ a } 1{,}5\ l_1$$

$$l_3 \sim 2\ l_2$$

Esta forma de alcatruz é aparentemente desfavorável porque facilita a queda do produto no percurso ascendente; mas, por outro lado, tem a vantagem de facilitar o enchimento.

O grau de enchimento dos alcatruzes (E) pode estabelecer-se a partir das isobáricas traçadas, mas é mais cómodo considerar os valores estabelecidos pela prática, para os diferentes produtos (ver quadro XVII).

QUADRO XVII

Natureza do produto	Grau de Enchimento E(1)
Pulverulento	0,8 a 1,0
Cereais	0,75 a 0,9
Produtos em pequenos pedaços	0,6 a 0,7
Em grandes pedaços	0,4 a 0,5

O peso útil transportado por cada alcatruz será

$$P_a = E\ S\ b\ \gamma\ ,$$

sendo S a área das paredes laterais.

Sendo a distância entre os alcatruzes a será

$$P_a = P\ .\ a$$

De onde se tira que

$$S\ b = \frac{P\ .\ a}{E\ \gamma}$$

(1) Os valores de E do quadro parecem ser superiores aos indicados pelas isobáricas, o que é devido à inércia do produto (ver nota 2 da página 1014).

Abstraindo da curvatura na parte inferior, será

$$S = \frac{l_1\ l_1\ \text{tg}\ \delta}{2} - \frac{(l_3 - l_2)}{2}\ (l_3 - l_2)\ \text{tg}\ \eta =$$

$$= \frac{l_1^2\ \text{tg}\ \delta}{2} - \frac{l_1^2\ \text{tg}\ \eta}{8\ \cos^2 \delta} =$$

$$= \frac{l_1^2}{2}\left(\text{co tg}\ \varphi - \frac{1}{2\ \text{sen}\ 2\ \varphi}\right) = \frac{l_1^2\ (4\ \cos^2 \varphi - 1)}{4\ \text{sen}\ 2\ \varphi}$$

Logo

$$\frac{P\ a}{E\ \gamma} = \frac{1{,}5\ l_1^3}{4\ \text{sen}\ 2\ \varphi}\ (4\ \cos^2 \varphi - 1)$$

ou (1)

$$l_1 = \sqrt[3]{\frac{P\ .\ a\ .\ \text{sen}\ 2\ \varphi}{0{,}375\ E\ \gamma\ (4\ \cos^2 \varphi - 1)}}$$

A espessura da chapa é

$$e_1 = 0{,}003 \quad \text{a} \quad 0{,}005 \text{ metros.}$$

b) *Peso das rodas e dos veios*

O cálculo é análogo ao dos transportadores de tabuleiro.

c) *Atritos*

1 — *Atrito dos veios nas chumaceiras*

Cálculo análogo ao dos transportadores de tabuleiro.

2 — *Atrito do órgão flexível durante o percurso*

Se o atrito é de escorregamento, os coeficientes de atrito terão os valores indicados no quadro IV. Em média pode usar-se

$$f_3 = f_4 = 0{,}15 \text{ a } 0{,}20.$$

Se o atrito é de rolamento e escorregamento os valores dos coeficientes de atrito são dados no quadro XVIII.

(1) As dimensões dos alcatruzes são estabelecidas, definitivamente pela oficina.

QUADRO XVIII

Tipo de roletes	φ_1 e φ_2
Fixos	0,03 a 0,05
Móveis.	0,05 a 0,07

3 — *Atrito de enrolamento*

Usar-se-á

$$f = 0{,}4$$

d) *Resolução definitiva*

A equação (6) do sistema D tem de ser modificada acrescentando-lhe o momento resistente na caixa de enchimento.

$$0 = (t_1 - t_2 - F_7)\, r - \mathfrak{M}_1 \qquad (6')$$

Como $\mathfrak{M}_1 = \dfrac{75\, N_1\, r}{v}$, será

$$0 = t_1 - t_2 - F_7 - \frac{75\, N_1}{v} \quad \ldots \quad (6')$$

O valor de $\mathfrak{M}_1$ não pode ser determinado com rigor, a não ser que se façam experiências para cada substância. Georg von Hanffstengel [1] estabeleceu gráficos para cereais e carvão que podem, de um modo aproximado, ser sintetizados na fórmula seguinte, aplicando-a, dum modo geral, em qualquer caso:

$$m_1 = 2 + 6{,}5\,(v - 0{,}7)^2$$

em que m_1 representa o número de kilogrâmetros por kilograma de produto, sendo v expresso em m/seg. [2]

A carga total a carregar por segundo é $\dfrac{Q}{3600}$ e, portanto, o número de kilogrâmetros por segundo será

$$m'_1 = \frac{Q}{3600}\left[2 + 6{,}5\,(v - 0{,}7)^2\right], \text{ ou}$$

$$N_1 = \frac{Q}{270.000}\left[2 + 6{,}5\,(v - 0{,}7)^2\right] \text{ C. V.}$$

Portanto a equação (6') transforma-se em

$$t_1 = t_2 + F_7 + \frac{Q\,[2 + 6{,}5\,(v - 0{,}7)^2]}{3600\, v} \qquad (6'')$$

As restantes equações do sistema D mantêm-se e, por isso, o resultado é análogo ao dos transportadores de tabuleiro, com excepção de t_1 e X_2, que são, respectivamente,

$$t_1 = \frac{1}{3}\left\{F\left[1 + \frac{K}{3r}(5 f_1 r_1 + 8 f_2 r_2 + 12 f \rho)\right] + 5 P_1 L_1 \varphi_1 \cos\alpha - 3 P_1 L_1 \operatorname{sen}\alpha\right\} + \frac{Q\,[2 + 6{,}5\,(v - 0{,}7)^2]}{3600\, v}$$

$$X_2 = \frac{2 P_1 v^2}{g} + p_2 \cos\alpha - \frac{2}{3}\left\{F\left[1 + \frac{K}{3r}\left(5 f_1 r_1 + 8 f_2 r_2 + \frac{9}{2} f \rho_1\right) + 5 P_1 L_1 \varphi_1 \cos\alpha - 3 P_1 L_1 \operatorname{sen}\alpha\right] - \frac{Q\,[2 + 6{,}5\,(v - 0{,}7)^2]}{3600\, v}\right.$$

e) *Carga e descarga*:

1 — *Carga*

A carga faz-se numa caixa existente na base da nora, na qual se lança o material a elevar, por meio de uma calha, por outro transportador ou à pá.

O mecanismo da carga é complexo sob o ponto de vista das resistências que opõe, porque estas são função da velocidade, como se viu, do passo, da distância entre as paredes da caixa e a nora, etc.

Em geral, a fórmula indicada dá, com bastante aproximação, o momento devido a essa resistência.

2 — *Descarga*

A descarga é feita como já se indicou.

II — *Alcatruzes oscilantes*

Os alcatruzes são móveis em torno dos

(1) Obra cit., pág. 160.

(2) É evidente que os valores numéricos da expressão de *m*, variam com o material a transportar, mas, desde que não seja possível a sua determinação exacta, podem usar-se os valores indicados.

eixos em que são fixados, mantendo o nível da carga sempre horizontal (Fig. 44).

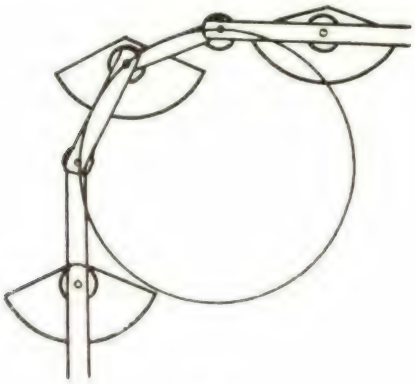


Fig. 44

Podem substituir qualquer dos tipos descritos e são, especialmente, indicados para o transporte em varias direcções.

Se o transportador só tem dois ramos, como nos casos anteriores, o estudo faz-se da mesma maneira.

Valores de v e μ do sistema C:

$$v = 0{,}10 \text{ a } 0{,}20 \text{ m/seg}$$

$$\mu = \varphi_1 = \varphi_2 = 0{,}04 \text{ a } 0{,}05$$

Resolvido o sistema C, pode tomar-se $K = 1{,}4$.

a) *Peso do orgão flexível*

$$P_1 = P_e + P_c$$

Para P_e falta determinar o passo. Usam-se, em geral, passos longos:

$$p = 40 \text{ a } 60 \text{ cm}$$

Para P_c ter-se-à de determinar as dimensões e o afastamento dos alcatruzes.

Em geral, o seu afastamento nos percursos horizontais é pràticamente nulo e as suas dimensões são as seguintes, aproximadamente (fig. 45).

O peso transportado por alcatruz é, aproximadamente

$$P_a = \frac{\pi d^2}{8} l_1 \gamma (^1) = \frac{\pi d^3}{8} \gamma = P d$$

Portanto

$$d = \sqrt{\frac{8 P}{\pi \gamma}}$$

A espessura da chapa é

$$e = 0{,}003 \text{ a } 0{,}005 \text{ m}$$

b) *Peso das rodas e dos veios*

O calculo é analogo ao dos transportadores de tabuleiro.

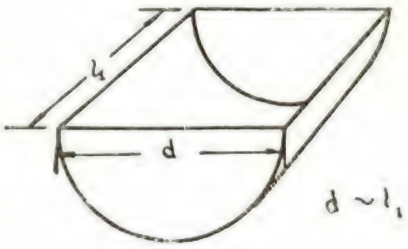


Fig. 45

c) *Atritos*

1 — *Atrito dos veios nas chumaceiras*

Análogo ao dos transportadores de tabuleiro.

2 — *Atrito do orgão flexível durante o percurso*

Como vimos já

$$\mu = \varphi_1 = \varphi_2 = 0{,}04 \text{ a } 0{,}05$$

3 — *Atrito de enrolamento*

$$f = 0{,}35 \text{ a } 0{,}45$$

d) *Resolução definitiva*

Análoga à dos transportadores de tabuleiro.

e) *Carga e descarga*

1 — *Carga*

A carga faz-se na parte inferior, à pá ou com uma calha.

---

(1) Neste caso o grau de enchimento E é aproximadamente igual a 1.

(*Continua*)

Guia de ensaios normativos de análise química das águas potáveis

TRABALHO APRESENTADO AO CONGRESSO LUSO-ESPANHOL PARA O PROGRESSO DAS CIÊNCIAS DE 1944 (CÓRDOVA)

POR

ROMAN CASARES LOPEZ — CARLOS CANDIDO COUTINHO

RAMIRO GUEDES DE CAMPOS — LÉON VILLANÚA FUNGAIRIÑO

543.3

(Continuação)

Capítulo V

GASES DISSOLVIDOS E GASES COMBINADOS

a) Anidrido carbónico livre

I — *Fundamento do método*

O processo universalmente posto em prática para a determinação da quantidade de anidrido carbónico livre na água é o de fazer a diferença entre o anidrido carbónico total e o anidrido carbónico combinado (devido aos bicarbonatos expressos em CO_2).

$$CO_2 \text{ livre mg/L} = \left[CO_2 \text{ total} - 2\,n \times 0{,}022 \right] \times 1000$$

(Vidé Art.º «Anidrido Carbónico Combinado»).

Sendo o ácido carbónico um anfólito, tem duas constantes de equilíbrio ácido-base (K_1 e K_2):

É base no equilíbrio $CO_3H_2 \rightleftarrows CO_3H' + H^+$

é ácido » » $CO_3H' \rightleftarrows CO_3'' + H^+$

As duas constantes de equilíbrio ácido-base, segundo a lei da acção das massas, são:

$$\frac{[CO''_3\,H'] \times [H^+]}{CO'_3\,H_2} = K_1$$

$$\frac{[CO''_3] \times [H^+]}{CO_3\,H'} = K_2$$

Multiplicando membro a membro as equações e aplicando logaritmos, vem:

$$pH = \frac{pK_1 + pK_2}{2} + \frac{1}{2} \log \frac{CO_3}{CO_3\,H_2}$$

Como as concentrações da função ácida e da função básica do ácido carbónico são iguais, o último termo da equação anula-se.

Pode então dizer-se que o pH dos solutos de bicarbonatos é:

$$pH = \frac{pK_1 + pK_2}{2}$$

Substituindo pK_1 e pK_2 pelos seus valores a 18° c.

obtemos:

$$pH = \frac{6{,}5 + 10{,}3}{2} = 8{,}4$$

A prática confirma que o pH dos solutos de bicarbonatos está compreendido entre 8,3 e 8,4.

Adicionando soluto de hidróxido de sódio a um volume conhecido de água, até elevar o pH a 8,3 — 8,4 (determinação colorimétrica) obtém-se o anidrido carbónico livre:

$$CO_2 + OH\,Na = CO_3\,H\,Na$$

ou

$$CO_2 + CO_3\,Na_2 + OH_2 = 2\,CO_3\,H\,Na$$

II — *Amostra*

A amostra deve ser de 10 cm³ para cada ensaio, devendo fazer-se pelo menos dois, e a determinação feita «in loco» para não haver perda de CO_2.

III — *Material*

a) Aparelho electrométrico para a determinação do pH ou aparelho colorimétrico para a determinação do pH ou escala padrão
b) Microgalheta de Bang
c) Pipetas de 10 cm³
d) Matrases de Erlenmeyer de 50 cm³
e) Tubos de ensaio

IV — *eRagentes*

Soluto N/100 de hidróxido de sódio
» N/25 » » » »
» N/50 » carbonato de sódio
» N/20 » » » »
» de vermelho de cresol (Vidé Art.° «pH»)

V — *Técnica*

Faz-se uma determinação prévia do pH.
Consideram-se dois casos: pH > 7 e pH < 7.
Procura-se elevar o pH a 8,3 — 8,4.
Para elevar o pH a 8,3 — 8,4 junta-se, no primeiro caso, soluto N/100 de hidróxido de sódio ou soluto N/50 de carbonato de sódio e, no segundo caso, soluto N/25 de hidróxido de sódio ou soluto N/20 de carbonato de sódio.
Depois de cada adição do reagente alcalino em dose conveniente (que pode ir de 0,05 cm³ a 0,1 cm³) aplica-se o processo electrométrico ou o processo com o aparelho colorimétrico, ou o processo de comparação com a escala padrão (Vidé Art.° «pH»), utilizando nos dois últimos casos como reagente indicador o vermelho de cresol.

VI — *Cálculos*

Empregando soluto N/100 de hidróxido de sódio:

$$CO_2 \text{ Livre mg/L} = n \times \frac{44.000}{100.000} \times \frac{1000}{10} = n \times 44$$

Empregando N/25:

$$CO_2 \text{ Livre mg/L} = n \times \frac{44.000}{25.000} \times \frac{1000}{10} = n \times 176$$

Empregando soluto N/50 de carbonato de sódio:

$$CO_2 \text{ Livre mg/L} = n \times \frac{22.000}{60.000} \times \frac{1000}{10} = n \times 44$$

Empregando soluto N/20:

$$CO_2 \text{ Livre mg/L} = n \times \frac{22.000}{20.000} \times \frac{1000}{10} = n \times 110$$

Em que *n* representa o número de cm^3 de soluto alcalino gasto.

b) Oxigénio dissolvido

I — *Fundamento do método*

Método de Winkler:

Formação na água a ensaiar de hidróxido manganoso por adição dum sal de manganésio (geralmente cloreto) e hidróxido de sódio.

Oxidação do hidróxido manganoso pelo oxigénio dissolvido na água dando lugar à formação de ácido meta-manganoso, de cor escura.

Adição de ácido clorídrico e iodeto de potássio com libertação de iodo que se doseia pelo hipossulfito de sódio.

Reacções:

1) $2\ Cl_2Mn + 4\ OHNa \rightarrow 4\ ClNa + 2\ (OH)_2Mn$
2) $2\ (OH)_2Mn + O_2 \rightarrow 2\ MnO_3H_2$
3) $2\ MnO_3H_2 + 8\ ClH \rightarrow 2\ Cl_2Mn + 6\ OH_2 + 2\ Cl_2$
4) $2\ Cl_2 + 4\ IK \rightarrow 4\ ClK + 2\ I_2$
5) $2\ I_2 + 4\ S_2O_3Na_2 \rightarrow 2\ S_4O_6Na_2 + 4\ INa$

NOTA: Na prática, opera-se com um soluto de hidróxido de sódio adicionado de iodeto de potássio (Vidé «Reagentes»).

II — *Amostra*

Cerca de 250 cm^3.

Adicionam-se «in loco» o soluto de cloreto de manganésio e o soluto de hidróxido de sódio e iodeto de potássio.

III — *Reagentes*

a) Soluto a 40 % de cloreto de manganésio.

b) Soluto de hidróxido de sódio e iodeto de potássio:

Hidróxido de sódio, isento de nitritos	50 gs.
Água destilada	100 cm^3
Iodeto de potássio.	15 gs.

Dissolver.

NOTA: Acidulando este soluto pelo ácido clorídrico diluído, não se deve libertar anidrido carbónico, nem azular imediatamente o cozimento de amido.

c) Ácido clorídrico isento de ferro
d) Soluto ~ N/40 de hipossulfito de sódio
e) Soluto N/40 de bicromato de potássio
Pesar 1,2259 g de $Cr_2O_7K_2$ e dissolver em água destilada q.b. para 1000 cm^3.
f) Cozimento de amido:
Pesar 1 g de amido, adicionar 100 cm^3 de água destilada e ferver durante 2 minutos.
g) Soluto a 10 %, recente, de iodeto de potássio.

IV — *Material*

a) Frasco de ~ 250 cm^3 contendo 6 a 8 esferas de vidro de $\phi = 3$ mm destinadas à homogeneização do meio e com rolha esmerilada cortada em bisel segundo um plano conveniente que não prejudique a vedação do frasco.

O corte da rolha em bisel tem por fim evitar a acumulação de bolhas de ar na parte superior sempre que se rolhe o frasco.

O frasco deve ser tarado prèviamente com a rolha e já contendo as esferas.

b) Pipetas de 5 cm^3 graduadas em décimos
c) Matrases de Erlenmeyer de 500 cm^3
d) Galhetas de Mohr
e) Suporte de ferro

V — *Técnica*

a) Determinação do título do soluto ~ N/40 do hipossulfito de sódio.

Para um frasco de rolha esmerilada de 250 cm^3 medir 20 cm^3 de soluto N/40 de bicromato de potássio, 100 cm^3 de água destilada, 5 cm^3 de ácido clorídrico e 15 cm^3 de soluto de iodeto de potássio.

Rolhar o frasco e abandonar a mistura por 30 minutos.

Duma galheta, verter, gota a gota, o soluto de hipossulfito até cor amarela; adicionar 1 cm^3 de cozimento de amido e continuar a adição do hipossulfito, agitando fortemente até ao desaparecimento da cor azul.

Seja n o número de cm^3 de soluto gasto.

b) Determinação do oxigénio dissolvido:

Encher de água o frasco tarado (Vidé «Material»), rolhá-lo e pesar. Por diferença e simples correspondência de gs. a cm^3, obtém-se o volume da água V_1.

Destapar o frasco e, por intermédio duma pipeta de 5 cm^3, deixar cair no fundo do frasco 1 cm^3 do soluto de cloreto de manganésio e, com outra pipeta, 3 cm^3 de soluto de iodeto de potássio alcalino. Rolhar o frasco evitando a entrada do ar mas sem preocupações pela água que se entorne.

Agitar fortemente e deixar assentar o precipitado.

Tirar a rolha com cuidado e adicionar 5 cm^3 de ácido clorídrico, introduzindo a pipeta até meio do frasco, rolhar novamente e agitar.

O precipitado dissolve-se e o líquido cora-se de amarelo.

Se o líquido ficar incolor a dosagem terminou pois que a quantidade de oxigénio dissolvido é nula.

Caso contrário, transferir o líquido corado para um matrás de Erlenmeyer de 500 cm^3, lavar o frasco por três vezes com água destilada, empregando 15 cm^3 de cada vez, adicionar 1 cm^3 de cozimento de amido, e, por intermédio duma galheta, verter, gota a gota, o soluto de hipossulfito de sódio, até desaparecimento da cor azul.

Seja n' o número de cm^3 gastos neste ensaio.

VI — *Cálculos:*

$$\text{Oxigénio mgs./L} = n' \times \frac{8.000}{40.000} \times \frac{20}{n} \times \frac{1000}{V} = 4.000 \times \frac{n'}{n \times V}$$

em que:

n' — o número de cm^3 do soluto de hipossulfito de sódio gastos no ensaio com a água.

n — o número de cm^3 do soluto de hipossulfito de sódio gastos no ensaio com o bicromato de potássio.

$V = V' - v$ — o volume da água introduzida no frasco deduzido do volume v dos reagentes (1 cm^3 do soluto de cloreto de manganésio e 3 cm^3 do soluto de iodeto de potássio alcalino).

APENDICE

c) Cloro dissolvido — Cl_2

I — *Fundamento do método*

Formação dum composto que dá colorações amareladas em solutos suficientemente diluidos devido à acção oxidante do cloro dissolvido na água sobre a orto-tolidina. Comparação da coloração obtida com padrões fixos.

II — *Amostra*

100 cm^3 da água a ensaiar.

NOTA: A determinação do cloro dissolvido deve ser feita «in loco».

III — *Reagentes*

a) Soluto de orto-tolidina:

Orto-tolidina	1 g
Ácido clorídrico	100 cm^3
Água destilada q. b. para	1000 cm^3

Diluir o ácido em 500 cm^3 de água destilada e dissolver a orto-tolidina aquecendo a $\sim 60^oC$; deixar arrefecer e completar o volume.

b) Soluto padrão:

Bicromato de potássio	0,38 g
Sulfato de cobre	0,30 g
Ácido sulfúrico	1 cm^3
Água destilada q. b. para	1000 cm^3

c) Ácido sulfúrico a 30 %.

d) Água oxigenada a 10 volumes.

IV — *Material*

a) Matrases de Erlenmeyer de 150 cm^3
b) Pipetas graduadas de 1 e 2 cm^3
c) Escala padrão:

Provetas de igual diâmetro ou tinas de igual secção, de fundo plano, vidro incolor e ~ 120 cm^3 de capacidade (~ 16 a 18 cm de altura).

V — *Técnica* [1]

a) *Preparação da amostra*

A 100 cm^3 da água a ensaiar adicionar 2 cm^3 do soluto de orto-lidina; decorridos 5 a 15 minutos, fazer a comparação, empregando a escala-padrão.

A escala-padrão adoptada tem 12 termos correspondentes aos diferentes volumes do soluto padrão a diluir em água destilada de modo a perfazer 100 cm^3 de soluto.

Esta escala conserva-se durante muito tempo desde que os solutos estejam guardados em frascos bem rolhados.

b) *Escala padrão*

Ordem da escala	Soluto padrão (cm^3)	mg/L de Cl_2
1	5	0,05
2	8	0,10
3	12	0,15
4	20	0,20
5	25	0,30
6	35	0,40
7	50	0,50
8	56	0,60
9	62	0,70
10	70	0,80
11	80	0,90
12	95	1,00

[1] Se a água a ensaiar contiver mais de 1 miligrama de ferro ou mais de 0,01 miligrama de manganésio por litro, deve usar-se a seguinte técnica: A 100 cm^3 adicionar 3 gotas de ácido sulfúrico e 12 gotas de água oxigenada; agitar e deixar em repouso durante 40 minutos; adicionar 2 cm^3 do soluto de orto-tolidina e fazer a comparação decorridos 5 a 15 minutos.

c) *Comparação*

Os recipientes, contendo respectivamente o soluto a comparar e o soluto correspondente a um determinado termo da escala, são postos lado a lado sobre um fundo branco fortemente iluminado, devendo a observação da cor ser feita segundo o eixo longitudinal dos recipientes e conservando a base das provetas à distância de cerca de 5 cm do fundo branco.

VI — *Outros métodos de comparação*

1) Colorímetro de Dubosc ou variante
2) Provetas de Henner
3) Colorímetro de Hellige
4) Célula foto-eléctrica.

NOTA: Para a prática de 1) e 2) parte-se dum termo da escala-padrão; para a prática de 4) é necessário fazer um gráfico em que se marcam em abcissas os graus da escala da célula e em ordenadas os diferentes teores em mg/L Cl_2.

d) *Ácido sulfídrico — SH_2*

[Vidé capítulo III — *h*)]

Capítulo VI

NÃO ESPECIFICADOS

a) **Resíduo seco** — (a 150° C)

I — *Definição*

Considera-se *resíduo seco* — o peso dos sais dissolvidos na água revelados por evaporação e secagem subsequente a 150° C.

II — *Fundamento do método*

Evaporação e secagem subsequente a 150° C. dos sais dissolvidos na água.

III — *Amostra*

Operar sobre a água a analisar depois de filtrada. O volume da toma é interdependente da dureza total da água, conforme a seguinte tabela:

Volume da toma	Dureza total
2.000 cm³	< 10°
1.000	10° a 20°
500	> 20°

IV — *Material*

a) Cápsula de platina de $\phi \sim 8$ cm e Alt. ~ 4 cm
b) Balões graduados de 500 cm^3 (ou 1000 cm^3 ou 2000 cm^3)
c) Banho-Maria
d) Suporte de ferro com funil de Mayer ou
e) Opérculo de vidro com saliências radiais na parte convexa (Pat. de Fisher)
f) Estufa de ar quente com termómetro.

V — *Técnica*

Tarar a cápsula de platina prèviamente calcinada (p); evaporar a Banho-Maria o volume da toma indicada na tabela, fazendo-o em operações sucessivas; lavar, em seguida, por 3 vezes com água destilada, o balão graduado que conteve a água a ensaiar, empregando cerca de 20 cm^3 de cada vez e vertendo-a de cada vez na cápsula; continuar a evaporação até à secura; secar o resíduo na estufa aquecida a 150° C durante 4 horas; deixar arrefecer no exsicador e pesar ràpidamente.

Como se faz a pesagem até peso constante, secar por mais 30 minutos, arrefecer no exicador e pesar novamente.

Repetir a operação até identidade de peso em duas pesagens sucessivas (p').

$$\text{Resíduo seco mg/L} = (p' - p)\,\frac{1000}{V}$$

em que:

p — peso em mgs da cápsula vazia
p' — peso em mgs da cápsula contendo o resíduo
V — volume da toma.

b) Oxidabilidade

I — *Fundamento do método*

A determinação da oxidabilidade consiste em verificar qual a quantidade de oxigénio, cedido pelo permanganato de potássio, que, em determinadas condições, é necessária para fazer a combustão da matéria orgânica existente na água e a oxidação dos nitritos, sais ferrosos e sulfuretos que nela possam também existir.

A reacção pode efectuar-se em meio ácido ou meio alcalino.

A equação que traduz a reacção final será:

$$1)\ 2\,MnO_4K + 3\,SO_4H_2 \rightarrow SO_4K_2 + 2\,SO_4Mn + OH_2 + 5\,O$$

O excesso de permanganato de potássio determina-se fazendo reagir sobre ele ácido oxálico segundo a equação 2):

$$2)\ 5\,CO.OH - CO.OH + 5\,O \rightarrow CO10_2 + 5\,OH_2$$

II — *Amostra*

Cerca de 500 cm^3 da água tal qual for colhida.

III — *Reagentes*

a) Soluto N/100 de ácido oxálico:

Ácido oxálico cristalisado	0,6303 g
Ácido sulfúrico	50 cm^3
Água destilada recente q. b. para	1.000 cm^3

Dissolver o ácido oxálico na mistura do ácido sulfúrico com 900 cm^3 de água destilada. Deixar arrefecer e completar o volume com água destilada.

b) Soluto ~ N/100 de permanganato de potássio:

Permanganato de potássio	0,35 g
Água destilada recente q. b. para.	1.000 cm^3

Dissolver

c) Ácido sulfúrico diluido a 1:3.
d) Soluto de hidróxido de sódio a 1:3.

IV — *Material*

Cápsulas de porcelana de 250 cm^3
Galheta de Mohr
Pipetas de 10 e 100 cm^3
Suporte de ferro
Bicos de Bunsen
Tripés
Varetas de vidro.

V — *Técnica*

1) Determinação do título do soluto de permanganato de potássio ~ N/100:

Numa cápsula de porcelana, ferver com pequena chama, durante 10 minutos, uma mistura de 100 cm^3 de água destilada, 10 cm^3 de ácido sulfúrico a 1:3 e 5 cm^3 do soluto de permanganato.

Retirar a chama e adicionar, gota a gota, soluto N/100 de ácido oxálico até à descoloração. Juntar depois, gota a gota, soluto de permanganato até leve coloração.

Adicionar ao líquido contido na cápsula 10 cm^3 de soluto N/100 de ácido oxálico; aquecer novamente; verter duma galheta, pouco a pouco, soluto de permanganato até leve coloração e verificar qual a quantidade de soluto gasto. Seja n o número de cm^3 gastos.

2) Determinação da oxidabilidade

É costume fazer a determinação da oxidabilidade em meio ácido e meio alcalino.

a) Em meio ácido

Método de Kubel — Tiemann:

Utilizar a cápsula que serviu à determinação anterior; rejeitando o líquido, medir 100 cm^3 da água a analisar para a cápsula *não lavada* a que se adiciona 10 cm^3

de ácido sulfúrico diluido a 1 : 3; aquecer; logo que entre em ebulição adicionar o número de cm^3 do soluto de permanganato equivalente a 10 cm^3 do soluto de ácido oxálico N/10 (vidé «Cálculos»); ferver durante 10 minutos com pequena chama. Decorrido o tempo indicado, adicionar 10 cm^3 do soluto N/100 de ácido oxálico; agitar e adicionar seguidamente soluto de permanganato de potássio até leve coloração.

Seja *n'* o número de cm^3 gastos de permanganato.

b) Em meio alcalino

Método de Schülze — Tronmsdorf:

Rejeitar o líquido da cápsula utilizada na determinação anterior e medir para a cápsula *não lavada* 100 cm^3 da água a analisar e 1 cm^3 do soluto de hidróxido de sódio a 1 : 3; aquecer; logo que entre em ebulição adicionar o número de cm^3 de soluto de permanganato equivalente a 10 cm^3 do soluto de ácido oxálico N/100 e ferver durante 10 minutos com pequena chama.

Deixar arrefecer até cerca de 60° C, o que se verifica grosseiramente encostando a mão ao recipiente; adicionar 10 cm^3 de ácido sulfúrico diluido a 1 : 3 e 10 cm^3 de soluto N/100 de ácido oxálico; ferver novamente e finalmente adicionar soluto de permanganato até leve coloração.

Seja *n'* o número de cm^3 de soluto de permanganato gastos.

VI — *Cálculos*

$$O \text{ mg/L} = n' \times \frac{10}{n} \times 0{,}08 \times \frac{1000}{100} = 8\,\frac{n'}{n}$$

em que:

n — número de cm^3 gastos de soluto de permanganato de potássio na determinação 1)
n' — número de cm^3 gastos de soluto de permanganato de potássio na determinação 2)

Caso da existência de nitritos (Vidé *Nota — 3*)

0,236 mg de NO_2 ———— 1 cm^3 de MnO_4K
A » » » ———— $x = \frac{A}{0{,}236}$ cm^3

donde:

$$O \text{ mg/L} = 8\,\frac{n'}{n} - \frac{A}{0{,}236}$$

VII — *Outros métodos:*

Método de Palmer: Palmer propõe a substituição das cápsulas de porcelana por matrases de Erlenmeyer e o aquecimento da mistura da água, do soluto de ácido sulfúrico a 1 : 3 (ou do soluto de hidróxido de sódio a 1 : 3) e do permanganato de potássio a Banho-Maria fervente, durante uma hora, ao fim da qual se pratica uma técnica análoga a indicada.

NOTA: Caso se queira determinar exclusivamente a oxidabilidade correspondente à matéria orgânica haverá que proceder-se à oxidação do ferro, à eliminação do sulfídrico e correcção devida aos nitritos que a água possa conter.

1) Oxidação do ferro:

Acidula-se levemente a água pelo SO_4H_2 e oxida-se o ferro pela adição de soluto de N/100 de permanganato de potássio até leve coloração. Operar depois segundo a técnica indicada.

2) Eliminação do sulfídrico:

Agitar a água frequentes vezes até à completa eliminação do sulfídrico, o que se reconhece pelo cheiro.

3) Correcção devida aos nitritos:

Seguir a técnica indicada. Fazer a dosagem dos nitritos na água.

Seja A o teor em mg/L de NO_2. Descontar a quantidade de soluto N/100 de MnO^4K que é necessária para oxidar os nitritos (Vidé «Cálculos»).

c) Durezas

I — *Definições*

Hidrotimetria — é a determinação da dureza por volumetria empregando solutos de sabão.

Grau hidrotimétrico — $10^{-4} \times$ mol./L de qualquer sal alcalino-terroso.

Dureza total duma água, ou simplesmente *dureza duma água* — é a quantidade, expressa em graus hidrotimétricos, de sais alcalino-terrosos e anidrido carbónico nela existentes.

Dureza permanente duma água — é a quantidade, expressa em graus hidrotimétricos, de sais alcalino-terrosos que nessa água se mantêm dissolvidos depois da fervura.

Dureza temporária duma água — é a quantidade, expressa em graus hidrotimétricos, de sais alcalino-terrosos que precipitaram pela fervura, isto é, que antes da fervura estavam no estado de bicarbonatos.

II — *Fundamento do método*

Os sabões alcalinos (sais alcalinos dos ácidos gordos) são solúveis na água e produzem espuma persistente por agitação.

Pelo contrário, os sabões alcalino-terrosos (sais alcalino-terrosos dos ácidos gordos) são insolúveis na água e não produzem espuma.

Se a uma água contendo sais alcalino-terrosos adicionarmos um sabão alcalino —, os sais alcalino-terrosos precipitarão, sendo o excesso de sabão alcalino imediatamente acusado pela formação de espuma.

III — *Amostra*

Colher 250 cm^3.

IV — *Reagentes*

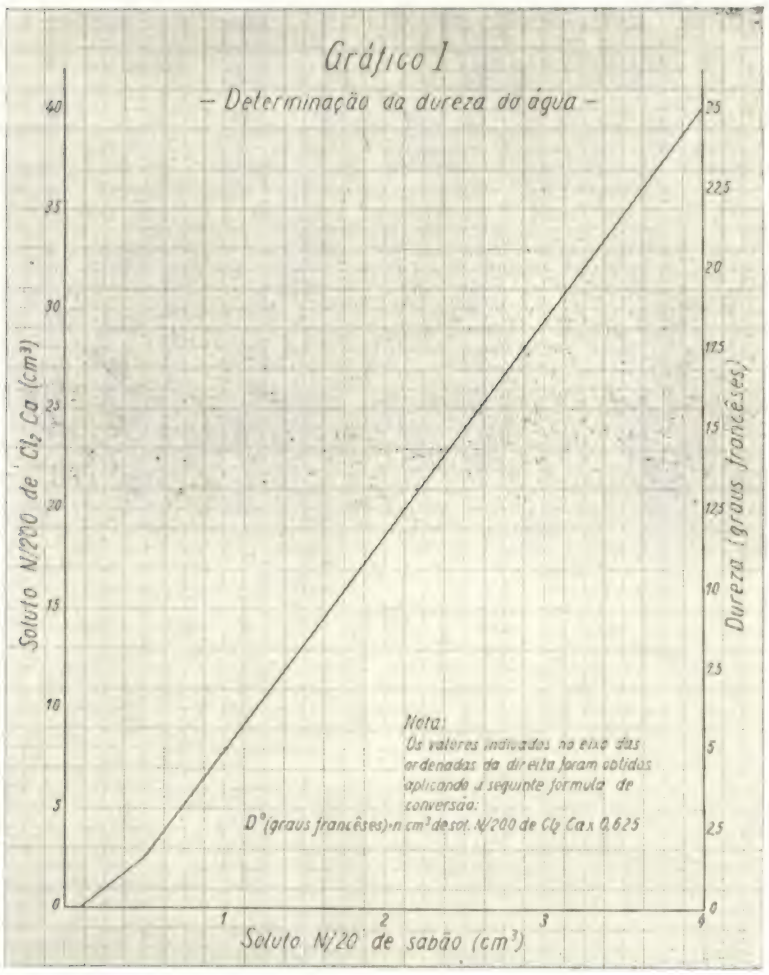
a) Soluto de sabão:

Ácido oleico	16 g
Soluto alcoólico ~ heminormal de hidróxido de potássio	q. b.
Glicerina	200 g
Álcool a 50 %	q. b.
Álcool a 95 %	200 cm^3
Soluto alcoólico de fenolftaleína	1 cm^3

Dissolver o ácido no álcool a 95 %, adicionar o soluto de fenolftaleína e, pouco a pouco, o soluto alcoólico de hidróxido de potássio (~ 110 cm³) até coloração rósea persistente; ajuntar a glicerina e completar o volume de 1000 cm³ com o álcool a 50 %. Se o líquido não ficar corado de róseo, adicionar soluto alcoólico de hidróxido de potássio, gota a gota, até coloração rósea.

b) Soluto N/200 de cloreto de cálcio (soluto padrão)

Carbonato de cálcio seco a 110° C	0,25 g
Ácido clorídrico	5 cm³
Àgua destilada fervida q. b. para.	1.000 cm³



Dissolver em cápsula de porcelana o carbonato numa mistura de ácido clorídrico e 30 cm³ de água destilada. Evaporar a B. M. até à secura; dissolver o resíduo em 20 cm³ de água destilada; evaporar novamente à secura a B. M, repetindo a operação por mais duas vezes para eliminar o excesso de ácido clorídrico. Dissolver o resíduo em tanta água destilada fervida q. b. para perfazer o volume de 1.000 cm³.

V — *Material*

a) Frascos de vidro branco, rolhados, de diâmetro ~ 35 mm e altura de 13 a 16 cm (capacidade de 90 a 110 cm^3)

b) Galheta de Mohr

c) Balões graduados de 100 cm^3

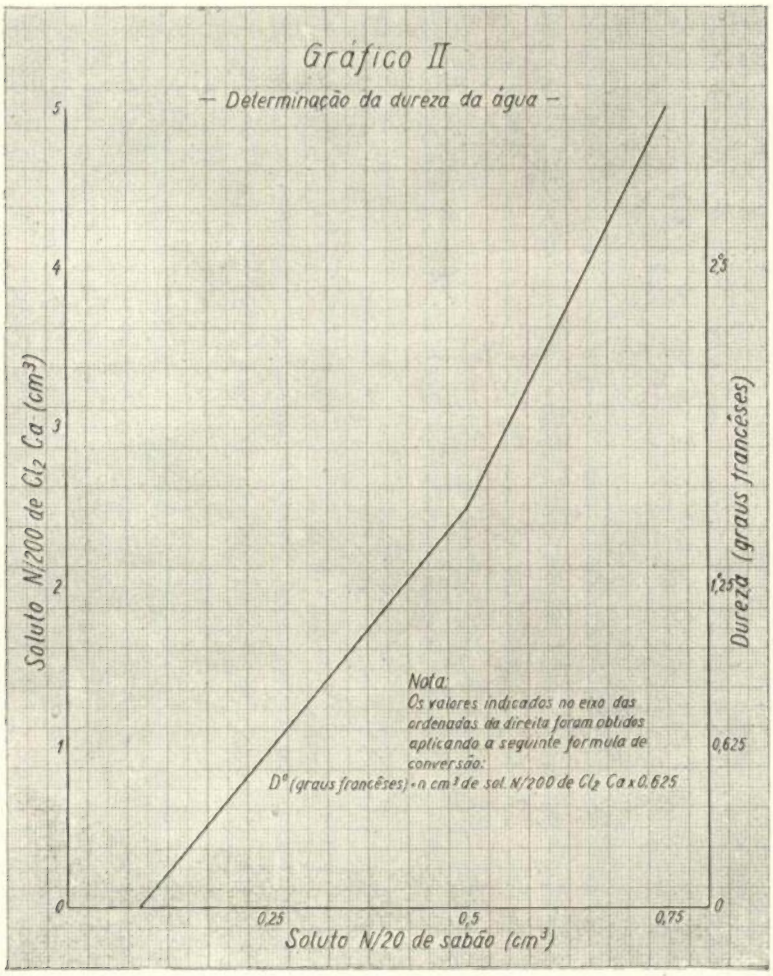
d) Matrás de Erlenmeyer

e) Tripé de ferro e rede

f) Bico de Bunsen

g) Funil e filtros

h) Pipetas de diversas capacidades.



VI — *Técnica*

a) Verificação e ajustamento do título do soluto de sabão

Introduzir no frasco de vidro branco (vidé «Material»), 40 cm^3 de soluto N/200 de cloreto de cálcio e verter o soluto de sabão, contido na galheta, 5 gotas de cada vez, com

intervalos de ~ 5 segundos, rolhando e agitando fortemente o frasco depois de cada adição. Continuar a adição do soluto de sabão até que haja formação de espuma com cerca de 1 cm de altura, devendo a espuma persistir com a espessura indicada, pelo menos durante 5 minutos.

A agitação do frasco deve ser feita no sentido longitudinal, primeiro verticalmente e depois horizontalmente, terminando a operação por uma leve agitação circular.

Seja n o número de cm^3 de soluto de sabão, gastos.

Deverá ser $n = 4$, pois:

40 cm^3 do soluto N/200 de $Cl_2Ca \diamond 4$ cm^3 de soluto de sabão N/20.

Se $n < 4$ o soluto de sabão está numa concentração mais forte devendo ser diluido em álcool empregando a seguinte fórmula:

$$\text{Álcool a } 50\,\% \ \ldots\ldots \ \left(1000 - \frac{n \times 1000}{4}\right) cm^3$$

perfazer o volume de 1000 cm^3 com o soluto de sabão. Agitar.

Guardar o soluto, depois do ajustamento, em frascos de ~ 200 cm^3 de capacidade, cheios e hermèticamente vedados. O soluto nestas condições conserva o seu título durante um tempo bastante longo.

b) Determinação da dureza total

Introduzir no frasco de vidro branco, 40 cm^3 da água a ensaiar e adicionar o soluto de sabão contido na galheta, seguindo a técnica indicada na determinação anterior.

Seja n' o número de cm^3 do soluto de sabão gasto.

Se $n' > 4$, isto é, se a dureza for superior a 25° hidrotimétricos, fazer novo ensaio partindo de 30 cm^3 da água a ensaiar completando o volume inicial de 40 cm^3 com água destilada fervida; se ainda neste caso $n' > 4$, partir de 20 cm^3 e, por fim, se necessário for, de 10 cm^3 da água a ensaiar, completando o volume de 40 cm^3 como ficou dito, aplicando, segundo os diferentes casos, os factores respectivos conforme a diluição (Vidé «Cálculos»).

c) Dureza permanente

Ferver em matrás de Erlenmeyer, com pequena chama, durante 30 minutos, 100 cm^3 da água a ensaiar; deixar arrefecer o líquido e vertê-lo para um balão graduado de 100 cm^3 assim como as águas de lavagem do matrás, sendo a lavagem feita com água destilada fervida. Completar o volume de 100 cm^3 com água destilada fervida, agitar e filtrar.

Medir 40 cm^3 para um frasco de vidro branco e seguir a técnica indicada na determinação da dureza total.

d) Dureza temporária

A dureza temporária calcula-se por diferença:

Dureza temporária = Dureza total — Dureza permanente.

$$D_t = D_T - D_p$$

VII — *Cálculos*

Não se deve aplicar as fórmulas geralmente usadas para o cálculo da dureza, em vista de não se verificar proporcionalidade entre a quantidade de sabão gasto e o teor de sais alcalino-terrosos.

Aconselha-se, pois, a aplicação de gráficos como adiante se indica:

Sobre um sistema de eixos coordenados em que se marca em abcissas o número de cm^3 de soluto de sabão gastos e em ordenadas o número de cm^3 de soluto padrão (sol. N/200 de Cl2Ca), ou o número de graus hidrotimétricos equivalentes, constrói-se uma linha tomando como referência dois valores extremos, 5 cm^3 e 40 cm^3 de soluto padrão, podendo considerar-se a linha compreendida entre estes 2 pontos, sensìvelmente, como uma recta (Vidé «Gráfico I»). Para valores inferiores a 5 cm^3 de soluto padrão convém fazer o gráfico partindo de diluições bastante fortes (Vidé «Gráfico II»).

A leitura dos gráficos faz-se da maneira vulgar.

No caso de se ter feito diluições da toma (Vidé «Técnica — *b*)») aplicar os seguintes factores de correcção ao resultado da leitura do gráfico:

Toma da água a ensaiar	Factor de correcção
30 cm^3	4/3
20	2
10	4

d) **Azoto albuminoide** — N albuminoide

I — *Fundamento do método*

Eliminação do amoníaco co-existente por destilação; hidrolização do azoto albuminoide pelo permanganato de potássio em meio fortemente alcalino e destilação do amoníaco formado que se doseia por colorimetria.

II — *Amostra*

A amostra é de 500 cm^3 da água tal qual foi colhida.

III — *Reagentes*

a) Reagente de Nessler (Vidé Art.º «Amónio»)
b) Soluto de cloreto de amónio N/1.000 (Vidé Art.º «Amónio»)
c) Soluto de permanganato de potássio alcalino:

Permanganato de potássio	16 g
Hidróxido de sódio.	290 g
Água destilada.	2.400 cm^3

Em cápsula de porcelana tarada, dissolver o permanganato de potássio em 1.500 cm^3 de água destilada e em matrás de Erlenmeyer o hidróxido de sódio na água restante.

Verter este soluto sobre o de permanganato e ferver até que o produto pese 2.060 g.

Guardar em frasco com rolha de borracha.

IV — *Material*

O material indicado no artigo «Amónio», e
Provetas de 50 cm^3.

V — *Técnica*

a) Destilar em aparelho integralmente de vidro, uma mistura de 500 cm^3 de água destilada isenta de amónio com 50 cm^3 do soluto de permanganato de potássio alcalino até obter 200 cm^3 do destilado. Adicionar-lhe 4 cm^3 de reagente de Nessler e fazer a comparação (Vidé Art.º «Amónio»).

Inscrever no rótulo do frasco do soluto de permanganato alcalino a quantidade de azoto encontrado nos 50 cm^3.

b) Em aparelho destilatório integralmente de vidro, destilar 500 cm^3 da água a analisar, adicionada de 4 cm^3 do soluto de carbonato de sódio (Vide Art.º «Amónio»), recebendo os primeiros 200 cm^3 do destilado em 2 balões graduados de 100 cm^3. Rejeitar este destilado [1]. Deixar arrefecer o líquido contido no aparelho destilatório; adicionar 50 cm^3 do soluto do permanganato de potássio alcalino e destilar novamente recolhendo a 2.ª fracção de 200 cm^2, directa e sucessivamente, em 2 balões graduados de 100 cm^3. Adicionar ao conteúdo de cada balão 2 cm^3 do reagente de Nessler e fazer a comparação (Vidé Art.º «Amónio»).

Somando os dois resultados obtidos determinamos o teor em N existente em 500 cm^3 da água.

VI — *Cálculos*

1) Empregando o método da escala padrão:

$$N \text{ mg/L} = \left[\frac{1}{5} n_1 + n_2\right] - n_3$$

em que:

n_1 e n_2 são os teores em N mg/L dos termos da escala padrão em que se observar identidade de coloração e n_3 o teor em N mg/L de 50 cm^3 do soluto de permanganato de potássio alcalino.

2) Empregando o método de adições sucessivas:

$$N \text{ mg/L} = \left[\frac{1}{5} \times 14 \times 10^{-2} (n_4 + n_5)\right] - n_3$$

em que:

n_4 e n_5 — número de cm^3 gastos nas comparações de soluto de cloreto de amónio N/1000

n_3 — o teor em N mg/L de 50 cm^3 do soluto de permanganato de potássio alcalino.

---

[1] Este destilado aproveitar-se-à para fazer a dosagem de NH_4^+ se a água estiver no 3.º caso previsto na técnica do artigo sobre o Amónio.